

Nyugat-magyarországi Egyetem
Geoinformatikai Kar

Geodéziai kitűzési feladatok a szénhidrogén- kutatásnál

SZAKDOLGOZAT

Konzulens: Dr. Busics György
egyetemi docens

Készítette:
Forray Gergely
Nappali tagozat
Földmérő és Földrendező Szak
Geoinformatikai Szakirány

Székesfehérvár
2011



Földmérő és Földrendező Mérnök BSc Szak
Geoinformatika szakirány
Nappali tagozat
Szakdolgozat száma: 109 /2010

FORRAY GERGELY
szakdolgozati feladata

A szakdolgozat címe: Geodéziai kitűzési feladatok a szénhidrogén-kutatásnál

A feladat leírása:

1. Mutassa be röviden az olaj- és gázkutatás gazdasági-társadalmi szerepét, az energiagazdálkodás jelentőségét.
2. Foglalja össze azokat a geodéziai módszereket, amelyek az ún. 3D és 2D szénhidrogén-kutatás során szerepet kapnak.
3. Ismertesse GNSS technika és a mérőállomásos technika azon módszereit, amelyek a szóbanforgó feladatoknál alkalmazhatók.
4. Írja le részletesen a kitűzés munkafolyamatát, térjen ki a mérőfelszerelésre, az alkalmazható módszerekre, mérési paraméterekre, a gyakorlati problémákra és azok megoldási módjaira.
5. Minta-munkarészekkel dokumentálja a mérési és számítási folyamatot! Tegyen javaslatot alkalmas technológia kialakítására a különböző terepi körülmények esetén.

Beadandó munkarészek:

Koordináta-jegyzékek
Kitűzési jegyzőkönyvek
Helyszínrajzok, kitűzési vázlatok
Fényképek
Mérési paraméterek, kezelési utasítások
Műszaki leírás
Teljes dokumentáció CD-n

Konzulens: Dr. Busics György egyetemi docens

Beadási határidő: 2011 május 23.

Székesfehérvár, 2010. október 15.


Dr. Busics György
tanszékvezető




Dr. Mélykúti Gábor
dékán



NYILATKOZAT

Alulírott **Forray Gergely** (neptun kód: XXXXXXXXXX) jelen nyilatkozat aláírásával kijelentem, hogy a

Geodéziai kitűzési feladatok a szénhidrogén-kutatásnál című

szakdolgozat

(a továbbiakban: dolgozat) **önálló munkám**, a dolgozat készítése során betartottam a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. tv. szabályait, valamint az egyetem által előírt, a dolgozat készítésére vonatkozó szabályokat, különösen a hivatkozások és idézések tekintetében¹.

Kijelentem továbbá, hogy a dolgozat készítése során az önálló munka kitétel tekintetében a konzulenszt illetve a feladatot kiadó oktatót **nem tévesztettem meg.**

Jelen nyilatkozat aláírásával tudomásul veszem, hogy amennyiben bizonyítható, hogy a dolgozatot **nem magam készítettem**, vagy a dolgozattal kapcsolatban szerzői jogsértés ténye merül fel, a Nyugat-Magyarországi Egyetem megtagadja a dolgozat befogadását és ellenem fegyelmi eljárást indíthat.

A dolgozat befogadásának megtagadása és a fegyelmi eljárás indítása nem érinti a szerzői jogsértés miatti egyéb (polgári jogi, szabálysértési jogi, büntetőjogi) jogkövetkezményeket.

Székesfehérvár, 2011-05-19


.....
Hallgató

¹ 1999. évi LXXVI. tv. 34. § (1) A mű részletét - az átvevő mű jellege és célja által indokolt terjedelemben és az eredetihez híven - a forrás, valamint az ott megjelölt szerző megnevezésével bárki idézheti.

36. § (1) Nyilvánosan tartott előadások és más hasonló művek részletei, valamint politikai beszédek tájékoztatás céljára - a cél által indokolt terjedelemben - szabadon felhasználhatók. Ilyen felhasználás esetén a forrást - a szerző nevével együtt - fel kell tüntetni, hacsak ez lehetetlennek nem bizonyul.

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés.....	2
2.	A szénhidrogén gazdasági-társadalmi szerepe.....	4
2.1.	Az energiatermelés általában	4
2.2.	A szénhidrogének felhasználási területei	6
3.	A szénhidrogén kutatás fejlődése.....	8
3.1.	Ókortól napjainkig	8
3.2.	Az Ötvös inga.....	13
3.3.	Modern technikák.....	16
4.	A geodézia szerepe a szénhidrogénkutatásban	21
4.1.	Irodai előkészítés.....	22
4.2.	Geodéziai munka jellege	25
4.3.	Munkaeszközök.....	27
4.3.1	Leica 1200-es szériájú mérőállomások:	27
4.3.2	Leica 1200-es szériájú GNSS rendszer:	28
4.3.3	Leica prizma:.....	29
4.3.4	Kényszerközpontosító:.....	30
4.3.5	Műszerállvány:.....	30
4.3.6	Karók.....	30
4.3.7	Egyéb kiegészítők	31
4.4.	Mérési és kitűzési módszerek.....	32
4.4.1	Kitűzés mérőállomással	33
4.4.2	Kitűzés GNSS-technikával.....	37
4.5.	Pontosság, hibahatár.....	42
5.	Irodai munkafolyamatok	44
5.1.	Geodéziai munka irányítása	44
5.2.	Eredmények kiértékelése, összegzése	46
6.	Összegzés	48
7.	Irodalom Jegyzék	50
8.	Mellékletek.....	51

1. Bevezetés

Dolgozatomat a szénhidrogén-kutatás témájában dolgoztam ki, annak érdekében, hogy az olvasót megismertessem a szénhidrogének (kőolaj, földgáz) jelentőségével, valamint a felkutatásuk módjaival.

A legelső felhasználás óta ugrásszerűen meg növekedett az alkalmazási területe, és ezzel párhuzamosan a kereslet is a kőolaj és származékai iránt. Ez a folyamat mára már annyira kiteljesedett, hogy gyakorlatilag az emberi társadalom kőolaj alapú, és ha egy pillanat alatt elfogyna az összes tartalék, akkor minden ország gazdasága összeomlana. Az ipar, a közlekedés, a petrokémia, a műanyag gyártás elvesztené a munkájukhoz szükséges alapanyagot, a kőolajat.

Az újabb szénhidrogén lelőhelyek felkutatása nem azért olyan fontos és siettetett munka, mert a mostani kutak kifogyóban vannak, egyáltalán nem ez a helyzet. Ennek erős geopolitikai okai vannak. A világ olajkészletének jelentős részét Szaúd-Arábia (bizonyított olajtartaléka 265 milliárd hordó), Irán (bizonyított olajtartaléka 126 milliárd hordó) és Irak (bizonyított olajtartaléka 115 milliárd hordó) birtokolja, de a környező országok is jelentős készlettel rendelkeznek. A probléma abban rejlik, hogy az iszlám radikálisok száma egyre növekszik, akik teljes mértékben elutasítják, sőt meg akarják semmisíteni a nyugati világot és szövetségeseit.

Amennyiben az 1979-ben indult iráni iszlám forradalom teljesen kiteljesedik a közel-keleti térségben és nem csak a terroristatámadásokon keresztül, úgy a nyugati világ el lesz zárva a főbb olajkészletektől. Természetesen ezt igyekszik az Egyesült Államok és Európa is elkerülni, de az iszlám radikálisok egyre nagyobb politikai szerepet kapnak, ami egy világméretű konfliktusba fog torkollani. Erről a hírszerző szervezetek biztosak, csak az időpont kérdéses.

(forrás: Joel C. Rosenberg: Három forradalom)

Így az iszlám területeken kívül eső olajtartalékok felkutatása lázasan folyik az egész világban. Afrika is egy jelentős kőolajforrás, de sajnos a jelenlegi észak-afrikai forrongások miatt egyre több államot a radikálisok irányítanak, így a szénhidrogénben gazdag területeitől szintén elesik, vagy csak korlátozva kap a nyugati világ

Már Venezuelában is találtak egy hatalmas olajmezőt, ami ez első becslések szerint nagyobb, mint a Szaúd-Arábiai, de ezt az információ még nincs igazolva. A Mexikói-öböl is jelentős olajkészletet rejt magában, de a természetvédelmi szabályozások korlátozzák a kutatást és a kitermelést.

Az európai kontinensen is folyamatosak a kutatások, Magyarországot már csaknem teljesen feltérképezték geológiai formában. A környező országokban – Szlovákia, Bulgária, Lengyelország, Litvánia, Románia... – is folyamatosan keresik a fekete aranyat. Kevés olyan hely van a kontinensen, ahol még nem folytak – legalább előzetes – kutatások.

A kőolajmezőket már módszeresen kutatták az 1900-as évek elején is, aminek elengedhetetlen eszköze volt egy Magyar találmány, az Eötvös inga. A Magyar geofizikusok világszerte elismert tudósok voltak és ezért az ingát még a távoli nemzetekben folyó kutatásokhoz is vásárolták.

Persze az idő múlásával megjelentek az egyre modernebb technikák, amik felváltották Eötvös találmányát, így a későbbiekben a gyorsabb graviméterek kezdtek elterjedni, majd ezt a szeizmikus technika követte, ami már a talaj különböző rétegződéseit és anyagi összetételét is kimutatta. A mai kutatások jelentős részét ilyen módszerrel végzik.

A tengeri készletek megtalálása és kitermelése természetesen többszöröse a szárazföldinek. Az Északi-tengeren a brit csapatok évi 60 kutatófúrást hajtanak végre, a fúróállomás drága bérleti díja miatt, ami a napi fél millió dollárt is elérheti.

Dolgozatom során a szárazföldi szeizmikus technikával, valamint a geodézia munkarészeivel ismertetem meg az olvasót. Kitérek az erdőben, illetve nyílt területen történő mérési módokra, megoldásokra és lehetőségekre.

Részletesek kifejtem a szeizmikus technika működési elvét, a geodéziával szemben támasztott követelményeket a különböző területeken és a munka érdekességeit.



2. A szénhidrogén gazdasági-társadalmi szerepe

2.1. Az energiatermelés általában

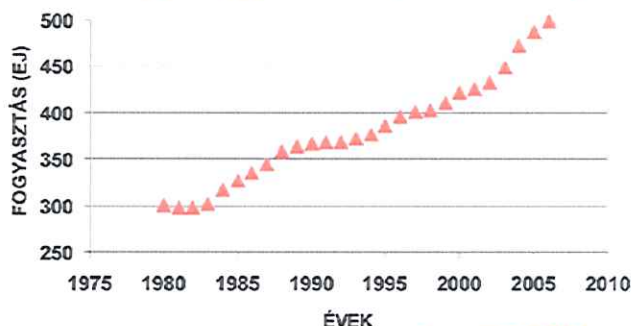
A mindennapi életünk során már szinte elképzelhetetlen az, hogy ne használjunk energiát. Az emberi egzisztencia igények az elmúlt 60 évben is sokat változtak. Minél fejlettebb egy társadalom, annál kényelmesebbé szeretné tenni a mindennapjait, ami az emberi erő kiváltásával érhető el. A villamos energia szolgáltatás látja el otthonainkat, falvainkat, városainkat a megszokott világítással, a készülékeink működéséhez szükséges energiával. A földgáz hálózat látja el a lakosságot a szükséges fűtő energiával, így télen is

melegen tarthatjuk lakásainkat, meleg vízben mosakodhatunk, meleg ételt tehetünk az asztalra. A régies életmódot, amiben az otthon befűtéséhez főként fát használtak, egyre inkább felváltja a kényelmesebb gáz illetve villamos energiát használó fűtőberendezések rendszere. Az egyre növekedő igények kielégítéséhez egyre több energia szükséges, amit sokféle

formában elérhető. Az atomipar, a vízi erőművek, a különböző égető erőművek, a napkollektorok, szél erőművek, geotermikus erőművek villamos energiát termelnek, az olajfinomítók, gázfinomítók üzemanyagot, petrolkémiai termékeket, fűtő és ipari felhasználású gázokat állítanak elő. De ugyan úgy a szénszármazékokat és a mechanikai energiát (malmok) is említhetnénk.

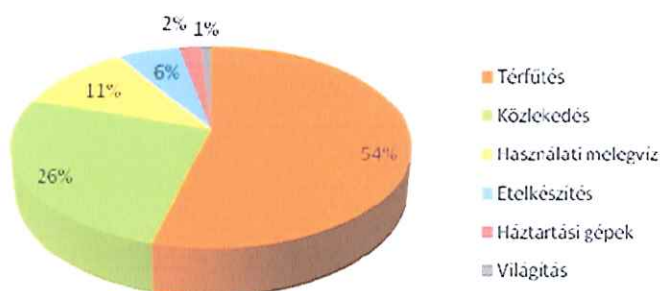
Mind az ipari, mind a polgári energiaigény növekszik és ezeknek az igényeket minden téren igyekeznek kielégíteni. Gazdaságilag az energiaipar az egyik legjobban fejlődő, növekvő és kifizetődő iparág a világon. Így hatalmas az anyagi ráfordítás az újabb energiahordozókban gazdag területek felkutatására. Többek között urán, kőolaj, földgáz és kőszén lelőhelyek kutatása folyik. A fosszilis energiahordozók közül a szénből a

Energiafogyasztás (1980-2006)



2.1.1. ábra Energiafogyasztás alakulása az évek során.

Háztartások általános energiafelhasználása Magyarországon



2.1.2. ábra A Magyar háztartások energiafelhasználása.

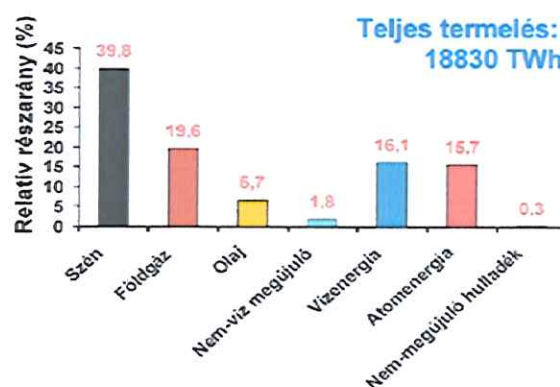
legnagyobb a feltárt készlet a világon. A társadalmak energiaellátásukat kb. 85%-ban az ásványi (szén, kőolaj és földgáz) forrásokból biztosítják. Ez az érték már szinte állandónak tekinthető, ha az energiatermelés elmúlt 100 éves történetére visszanezünk! Bár az egyes fosszilis források aránya változott és a fogyasztás is nagymértékben megnőtt, azonban összességében 80-100 évvel ezelőtt és ma is ugyanolyan az arányuk a teljes ellátásban.

Érdekes a fosszilis anyagok mellett a megújuló energiaforrások hasznosításának és az atomenergetikának a jelenlegi helyzetét is. Ezek nagyjából ugyanakkora rész aránnyal mintegy 15%-kal járulnak hozzá az energiatermeléshez. A megújuló energiaforrások a következők: a napenergia közvetlen használata, a napenergia közvetett alkalmazása, a szél, a víz, a biotömeg, az árapály energia a hullámenergia. A geotermikus energia a Föld belső hőjével van kapcsolatban, tulajdonképpen a hosszú felezési idejű radioaktív izotópok bomlása jelenti a forrást.

A megújuló energiaforrások közül a legnagyobb termelékenységet a vízenergiának a felhasználása jelenti, a többi elterjedése kisebb. A vízenergia tiszta megújuló energia, amelynek a Nap sugárzás adja a folytonosságát. A víz párolgásával magas helyre jut, ahonnan többek között vízfolyásokon, folyókon keresztül jut vissza

az óceánokba, eközben energiát lehet termelni. Az emberiségnek nagy tapasztalata van a vízenergiával, hiszen évezredek óta felhasználjuk. Most is jelentős a részaránya az energiaháztartásban. Napjainkban a vízenergia lényegében csak olyan berendezéseket alkalmaz, amelyekkel elektromos áram előállítását teszik lehetővé. De nem csak elektromos energiára van szükség, ezért sokféle energiahordozót fűtésre vagy gépek meghajtására használnak fel. A mindennapi közlekedési eszközök nagy része az üzemanyag valamilyen módon történő elégetésével működik. Így a másik nagy fontosságú iparág az olaj és gáz ipar. Az előállított termékek skálája nagyon széles, kezdve a kerozintól, a benzintől, a kenőolajoktól egészen a műanyagig.

Világ elektromos energiatermelése különböző forrásokból (2007)



2.1.3. ábra A világ elektromos energiatermelésének eloszlása

2.2. A szénhidrogének felhasználási területei

Mivel a kőolajból előállított termékek skálája széles, így a felhasználási területek is sokszínűek. A termékek lehetnek: nyersolaj, földgáz, cseppfolyósított szénhidrogéngázok; ólmozatlan motorbenzinek; versenybenzin; repülőbenzinek; speciális benzinek; vegyipari benzin; lakkbenzinek; gyógybenzin; aromás szénhidrogének; petróleumok; dízelgázolaj; tüzelőolajok; fűtőolajok; szigetelőolajok; kenőanyagok; paraffinok; erezinek és vazelinok; gyógyszerészeti segédanyagok; bitumenek; petrolkoks; festékek; vízzel keveredett ásványolajtermékek vizes fázisa; oldószerek; hígítók; cseppfolyósított szénhidrogéngázok; folyékony ásványolajtermékek; gépjármű-hajtóanyagok; folyékony szigetelőanyagok; bitumenes kötőanyagok.

Jelenleg naponta 84 millió hordó a globális kőolaj felhasználás.

Az egyik legnagyobb terület, ahol ezeket a termékeket felhasználják, az a közlekedés. Legyen szó a személyszállításról, teherszállításról vagy magán célú utazásról. A repülőgépek hatalmas forgalmat bonyolítanak le egy nap folyamán a polgári, az üzleti, és a katonai szférában egyaránt. Egy Boeing 737-es utasszállító gép (a világ legnépszerűbb közepes hatótávolságú repülőgépe) kerozin fogyasztása 2526 kg/h. Így világosan látszik, hogy a légi közlekedés már önmagában is hatalmas felhasználója az olajipari termékeknek. A személygépjárművek, teherautók és kamionok csak a 2010-es évben Magyarországon 2,959 milliárd liter üzemanyagot fogyasztottak el. Ez az érték egy fejlettebb gazdaságú országban természetesen több, esetleg többszöröse. Csak ez a két terület önmagában is jelentős tömegű üzemanyagot használ fel, és még nem tárgyaltuk a vízi közlekedést és a vasúti dízel forgalmat.

Az világosan látszik, hogy a közlekedési eszközök üzemeltetéséhez a kőolajból előállított benzin, gázolaj, kerozin és egyéb üzemanyagok nélkülözhetetlenek. A világon jelenleg forgalomban lévő járművek nagy része a belsőégésű Ottó-motort használja, így a folyamatos és minél kedvezőbb árú olajellátás biztosítása rendkívül fontos.

A kőolaj feldolgozása során különböző egyéb anyagokat, mint pl.: kenőanyagokat (olajok, zsírok) is előállítanak, amik a mechanikus szerkezetek működéséhez és élettartalmuk megnöveléséhez szükségesek. A petrolkémia is egy nagyon nagy területe a kőolajszármazékok felhasználási területeinek.

A petrolkémia a kőolajtermékek átalakítási és feldolgozási lehetőségeivel foglalkozó, a szerves kémia egyik válfaját képező tudományág. Az első ipari olajkút kifűrése után alakult ki, mely még a kezdetekben kísérleti tudomány volt. Ez abban nyilvánult meg,

hogy a legalapvetőbb anyagokat állították elő, majd szép lassan, mint a szerves kémia, ezen tudomány is a hétköznapiak kémiájává vált. Mindezek a tények ismeretlenek, mert a petrolkémiai termékek először csak a felhasználó vállalatához jut el, majd a sok - sok átalakítás és további feldolgozás után épülnek be a késztermékekbe. Mint a szerves kémia, ezen tudomány is rendszerint a hétköznapiak kémiájának fontos részévé vált, hiszen az ember szükségleteinek kielégítéséhez (higiénia, egészség, lakhatás, táplálkozás) is nagyszerűen felhasználható. A rendkívül sok felhasználási lehetőségéből csak néhányat említsünk. Elterjedt a háztartásokban (a konyhai eszközökben, bútorokban és a textíliákban), a gyógyászatban (szívritmus-szabályozóként és infúziós tasakokként), a szabadidős tevékenységek terén (a sportcipőktől a számítógépekig) és természetesen olyan érdekes területeken is, mint például a régészet és a bűnüldözés. A petrolkémiai ipar jelentősége a II. világháborút követő időszakra tehető vissza, amikor megnőtt az igény a sokszor drága, kevésbé hatékony természetes anyagokat a szintetikus, mesterséges vegyületek segítségével pótolják. Ez vezetett oda, hogy a petrolkémia a gazdasági- és társadalmi élet egyik jelentős szereplőjévé nőtt.

Tehát a mindennapi életünkben jelentős szerepet játszanak az olajszármazékokból készült eszközök, ha csak azt nézzük, hogy mennyi műanyag vesz körül minket.

A világ egyik legjelentősebb gazdasági mozgatórugója a gyógyszeripar. Az általuk előállított termékeknek a jelentős részéhez felhasználnak olajszármazékokat. Mint például a pakurát, amely a kőolajleparlás desztillációs maradéka, a járószervi betegek gyógykezelésére valamint kozmetikai szerek előállítására használják fel.

A pakurát tovább párolva érik el a bitument, ami az útépités és az épületszigetelés fontos alapanyaga. A fejlett nemzetek úthálózatának döntő többsége aszfaltozott felületű, amiben a bitument kötőanyagként hasznosítanak.

A jelenlegi helyzetet tekintve a kőolaj egyre keresettebb cikk a világpiacon, egész gazdasági rendszerek épülnek erre a meg nem újuló fosszilis energiaforrásra. Egy újabb olajválság jelentős problémát jelentene az egész világ számára, a fejlett államok, nemzetek működéséhez elengedhetetlen fontosságú a folyamatos ellátás. Így a megoldást sokan a megújuló energiaforrások használatának elterjedésében látják, de az ilyen rendszerek kiépítése gazdasági és politikai okokból nehézkes. A jelenlegi állapot fenntartása érdekében a még ki nem termelt, vagy fel nem fedezett kőolaj- és földgázlelőhelyek felkutatása és kitermelése a fő szempont.

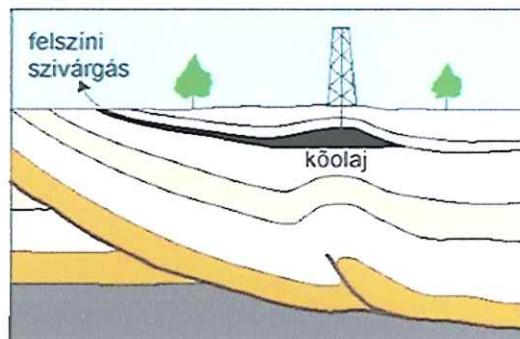
3. A szénhidrogén kutatás fejlődése

3.1. Ókortól napjainkig

Hérodotosz számolt be a babiloni szurokról, aszfaltról amellyel a négyezer éve épült házak tégláit és utcaköveket tapasztottak egybe, s amellyel később aztán a szent fürdők medencéit, vízvezetékeket tették vízhatlanná. Az aszfalt szavunk görög eredetű, jelentése biztonságos, hibátlan. Hasonlóan görög a petróleum szavunk is, amely görögül magát a kőolajat jelentette. Honnan ismerhették az ókorban a kőolajat?

Plutarkhosz a mai Irak területén lévő Kirkuk városánál lévő természetes úton felszínre tört kőolajról számol be. Marco Polo aztán a Kaszpi-tenger vidékén lévő olajtavakról ír, amelyekből edényekkel merték a sűrű, fekete ragacsot, gyógyászati s világítási célokra.

Ezen terület lakossága (a tűzimádó Zoroasztrista vallás egyik központja volt a vidék) ősidőktől használta a feltörő olajat az oltárok, örökmécsesek lángjaihoz. Baku környékéről már kb. 2500 éve szállítottak olajat a közép-keleti területekre (bőrtömlőkben, jórészt ló-és teveháton). Suraxani városában egy ókortól fogva máig működő templom áll, amelynek udvarában természetes gázfeltörés adja a vallás hívei számára elengedhetetlen örökké lángoló tüzet.



3.1.1. ábra A természetes kőolaj feltörés

Természetes előfordulásában néhol a felszínre jut önmagától, a földkéreg repedései mentén felszivárog, mélyedésekben tavakat alkot, s az ember felfedezvén ezen speciális anyagot, meglehetősen sokrétűen kezdte felhasználni. Az aszfalt perzsa neve mumiya, innen ered a múmia szavunk, ugyanis az egyiptomiak a balzsamozás során is használtak aszfaltot. Kevésbé közismert, de az ősi Japánban is már legalább 3000 évvel időszámításunk előtt használtak aszfaltot - fazekasáruk ragasztására, vízhatlanná tételére.

Amerikai indiánok pedig nyílhegyek ragasztásához, különféle eszközökhöz, szerszámokhoz használták a természetes előfordulású aszfaltot, szurkot.

Az aszfalttavak persze már az ember előtt is megjelentek, néhányukban ősmaradványokat is találtak, hiszen messziről víznek látszó fényes felülete miatt számos állat kereste fel, s lelte halálát bennük.

A mai legismertebb kőolajlelőhelyek mind olyan területekhez kötődnek, amelyeken a természetes módon a felszínre szivárgó olajat már nagyon régóta ismeri az ember. Ilyenek vannak Közép-Ázsiában, a mai Baku (Azerbajdzsán) környékén, az egykori

Mezopotámiában a Közel-Keleten, Közép-Amerikában is. Kína területén voltak az első ember készítette olajkutak, mégpedig Kr.u. 350 körül, ezek mintegy 200 méteres mélységből bambuszrudakra erősített fűrófejek segítségével juttatták felszínre az olajat. Az így nyert olaj segítségével sós vízből lepárlással sót állítottak elő (a só jóval értékesebb volt az olajnál...), az olajkúttól a lepárlóig bambuszcsöveken vezették el az olajat. Japánban a petróleumot már a 7. században lángoló vízként (moyuru-mizu) vagy búzló vízként (nyoi haeru mizu) említették.

Perzsa és arab kémikusok foglalkoztak elsőként a nyersolaj hő segítségével történő frakcionálásával, hogy ezúton nyerjenek különböző tulajdonságú anyagokat. Dzsebir ibn Hajjan találta fel i.sz. 800 körül a desztillálásra használt, két összekötött ballonból álló "lombik"-ot, amely arabul még al-inbiq volt, tehát a lombik szavunk is a kőolajhoz kötődik. A 9. századi perzsa Al-Razi munkája nyomán már könnyedén (de drágán) állítottak elő paraffinolajat, amelyet világításra használtak elsősorban. Drágasága okán nem terjedt el a világban.

Ez aztán egészen a 19. századig fennmaradt, ám csak ekkor vált ipari méretben is olcsón felhasználhatóvá egy lengyel gyógyszerész, Ignacy Łukasiewicz találmányainak köszönhetően.

Ő modernizálta a petróleumgyártást, feltalálta a ma is ismert petróleumlámpát, megfúrta a világ első modern olajkútját 1854-ben Galíciában (itt már a 16. században használták a magától felszínre törő olajat városi utcai világításra), s övé volt az első ipari olajfinomító is, amelyet 1856-ban helyezett üzembe. Valószínűleg neki köszönhető, hogy egyáltalán vannak ma még bálnák, hiszen a találmányait megelőzően jóformán csakis bálna-olajat használtak a lámpásokban...

Az olajfinomítás során keletkező termékek is sokrétűen használhatók. Szurokkal vízhatlanították a zsindelytetőket, a gyorsan növekvő távírhálózat fa oszlopait, vasúti talpfákat, hosszabb életűvé téve ezzel a faanyagot. A folyékony kőolajszármazékokat fűtés, világítás céljára, kenőanyagokként használták, illetve vegyipari alapanyagokként.

Az USA területén véletlenül születtek az első olajkutak - ugyanis vizet szerettek volna a felszínre hozni, de ehelyett a fekete arany tört fel a csöveken. 1814-ben az Ohio államban lévő Marietta városánál heti egy hordó olajat nyertek.

Ez volt az első olyan olajkút, amelynek termékét kereskedelmileg értékesítették. (Egy hordó olaj kb. 159 liternek felel meg) Marietta közelében a mai napig van működő olajkút. Hasonló módon találtak víz helyett olajat a Kentucky államban lévő Cumberland folyó közelében is. Az itteni olajkútból állítólag napi 100 hordónyi olajat is kinyertek,

amelyet 1820-tól már távolabbra szállítottak el - így Európába is jutott belőle. Ekkor azonban még rettentő távol voltunk a modern kőolajipartól.

A következő lépés a kőolaj történetében a Baku melletti olajmező feltárása volt. A bakui, kézzel mélyített kutakból 1830-ban már mintegy 28000 hordónyi olajat nyertek évente, egészen kezdetleges, jóformán teljesen kézi kitermeléssel.

1844-ben egy Szemjonov nevű orosz mérnök kábeles fúrású kutat épített itt (Bibi-Heibat falucskánál), amely a világ első kereskedelmi célú olajkútja lett (a kút meglétéről az orosz kormányt csak 1848-ban tájékoztatták, így sokhelyütt ez a dátum szerepel). A bakui olajmező ekkor kapott lendületet: finomítók, kereskedőházak épültek s megindult az iparosodás

Tizenöt esztendővel ezt követően, 1859-ben létesült az USA első hasonló kútja, a pennsylvaniai Titusville-ben. Titusville (1796-ban földművesek alapították) mára történelmi emlékhely, egy ipari korszak kezdete. A Seneka indiánok egykori lakhelyén keresztülkanyargó Olaj-patak festői völgyében is természetes olajfeltörések voltak, melyeket az indiánok gyógyításra, vallási célokra, valamint szúnyogriasztónak használtak. Az egykoron egyszerű földművelő telepések is elhitték, hogy gyógyhatású a később Seneca Oil néven árusított fekete massa, így lassanként híre ment a lelőhelynek. A közeli patak völgyekben sok sós vizet adó kút létesült, amelyekből lepárlással értékes só-t vontak ki - ám ezen kutakból nem egy esetben kőolaj tört fel - elrontva a só-ipart.

Sorra létesültek a kisebb-nagyobb olajkutak, az aranylázakhoz hasonlóan sok szerencse vadász próbált a könnyen elérhető olajból valamicske jövedelmet szerezni. A kutak egyre mélyebbre hatoltak, s egyre inkább eltávolodtak a patak közeléből, meredek partoldalakat építettek be, s úgy nőttek ki a földből a több emeletnyi magasságú faszerkezetű fúróépítmények, mint a gomba.

A kutakat egymás szájába építették, mivel geológiai ismereteik még nem voltak az olajmezők viselkedéséről, egy-egy kút hamar ki is merült. Sokszor pusztított tűzvész a telepeken, így sokszor kellett újra kezdeni mindent - de ekkorra már megérte.

A pennsylvaniai olajmezők adták a világ kőolajtermelésének a felét a Texasban 1901-ben felfedezett mezők termelésbe vonása előtt.

A huszadik század éppen csak elkezdődött, 1901. január 10-ét írunk. E napon megváltozik a világtörténelem. Egy horvát születésű bányamérnök, Anthony Francis Lucas (született Antun Lucic néven, Split-ben), aki fiatalon hajósnak állt s az USA-ba vándorolt már ott élő nagybátyja után, a Texasi olaj felfedezésével írta be nevét a történelembe.

Texasban ekkor már sejthető volt az olajkincs megléte, de még nem volt sikeres feltárás. Lucic geológiai ismereteihez mérnöki tudás és az újtási hajlam is társult, így egy "gyanús" helyszínen, Beaumont közelében, ahol korábban már sikertelen fúrások történtek, igazában teljesen biztos lévén maga is fúrni kezdett. Azonban nem a korábbról használatos kábeles fúrési technológiával kezdett neki a munkának, hanem a mélyebbre hatolni képes forgó fűrőfej segítségével, amelyet artézi kutak létesítéséhez használtak csak előtte. Amikor 326 méteren jártak, s visszahúzták a fűrőfejet, rengeteg sáros víz s ezt követően kisebb mennyiségű földgáz tört fel a furatból. Azonban a sár eltakarítása közben minden előjel nélkül ismét kitört a kút, először megint csak sár, majd földgáz tört fel iszonyú morajlással, ekkor felkeltették Lucic-ot, mert immáron magasba repülő kövek és olaj szállt az ég felé a furatból, a kútépítménynél többször magasabbra.

A hatalmas texasi olajkincs lendítette előre az USA gazdaságát oly mértékben, hogy az ország vezető hatalommá léphetett elő. A Monarchia szülötte, Lucic alapozta meg a mai világgazdaság egyik legfontosabb ágazatát, s az ezen ágazat élre törését.

Azonban nem csak Texas a világ! Korábban szó volt már a Baku környéki olajmezőről is, amely legalább olyan jelentős, mint amerikai testvére. Ha már testvér: Bakuban Ludvig Nobel, a híres Alfred bátyja vásárolt olajérdekeltségeket 1882-ben. 1856 és 1910 között Baku lakossága gyorsabban gyarapodott, mint London vagy Párizs lélekszáma!

Az 1860-as években sorra épültek a finomítók, amelyek paraffint, petróleumot állítottak elő a nyersolajból. Ekkor épül fel a Fekete Város, vagyis az olajipari központ Baku mellett, amelyet a Nobel-fivérek hoznak létre. (Alfred Nobel vagyonának egy része is a bakui olajiparból származik, mivel ő is részvényese volt a testvérei vállalatának, így a Nobel-díj alapítvány vagyonában is jelentős része van az olajiparnak.)

Még 1877-ben elkészül az első olajvezeték a Fekete Város és Sabunchi olajmezői között, ezt évről évre újabb vezetékek követik. 1879-ben üzemelni kezd az első villamos erőmű is. 1880-tól az azeri olajat speciális tankerek segítségével a Szuézi-csatornán át a távol-keleti területekre szállították már. A három e célra készült tankert a Tank Syndicate, a Shell olajtársaság elődje birtokolta. (A Shell eredetileg hajózási társaság volt, majd 1907-ben egyesült a Holland Királyi Olajtársasággal, s a Royal Dutch Shell néven immáron az olajipar egyik főszereplőjeként működött.)

1897-1907 között megépült a világ akkori leghosszabb olajvezetéke, 885 km távolságban kötötte össze Bakut a grúz Batumi városával. 1920-ban bevonulnak a bolsevikok a városba...

Az azeri olajkincs 1920-tól a Szovjetunió részeként létezett tovább, államosították a kutakat, a korábbi tulajdonosok pedig a környék országaiba menekültek.

A Naftalan városka mellett talált kőolaj speciális összetétele teszi lehetővé a gyógyászati felhasználást. A Naftalan a bőrbe ivódik s felgyorsítja az anyagcserét, ezzel serkenti a bőr gyógyulását.

William D'Arcy angol üzletember tudomást szerzett a perzsa olajban rejlő lehetőségekről s hamarosan már kutattak is az általa küldött geológusok, majd felfedezték a több száz kilométeres olajmezőt. Atabak perzsa miniszterelnök segítségével meg is egyezett a koncessziós jogokról. A jogok kőolaj, földgáz, aszfalt bányászatára, a Perzsa-öbölig tartó



3.1.2. ábra Olajkutatás mérőasztal segítségével.

csővezetékek építésére 60 éves időtartamra szólt, s Perzsia öt északi provinciája kivételével a teljes országra érvényes volt. Cserébe a perzsa állam 16% részesedést, valamint 20000 db. egyfontos névértékű részvényt kapott a társaságtól.

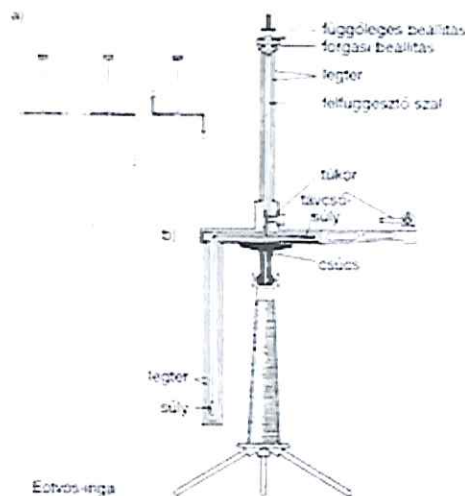
Megkereste s a munkálatokba vonta a világ legújabb találmányait, amelyek segítségével lehettek a fúrások során, tapasztalt munkásokat és mérnököket hozott Perzsiába a világ minden tájáról, s fáradozásait hamarosan siker koronázta. 1908. június 3-án a teheráni brit nagykövetségről feladott távirat érkezett D'Arcy-hoz Londonba: "Az emberei 384 méteres mélységben olajat találtak, az olajkitörés a felszín felett folyamatosan 25 méter magas szökőkutat alkotva ömlik." A távirat feladója a vezető mérnök, Reynolds volt. Május 16-án a fúrást végző munkások gázszagot éreztek, majd 26-án az olaj is megjelent, mégpedig kereskedelmi mennyiségben.

1909. ápriliásban kétfélmillió fontos alaptőkével megalakult az Anglo-Persian Oil Company (Angol-Perzsa Olajtársaság), amelynek 1912-től 51%-ban az angol állam is részvényese volt, felismerve az olaj rendkívüli fontosságát. Később a ma is létező British Petroleum lett a cég máig végső neve. A társaságok jöttek-mentek, egy biztos: az iráni olaj (és a politika is) jórészt angol és amerikai kézben volt, egészen 1979-ig, Reza Pahlavi sah iszlám forradalom általi elűzéséig.

3.2. Az Ötvös inga

A torziós ingát feltalálójáról, Eötvös Loránd báróról gyakran nevezik Eötvös-ingának.

Eötvös Loránd mintegy negyven éven átfoglalkozott a gravitációs kis lokális változásainak tanulmányozásával. Először a Coulomb-féle torziós ingát használta a potenciál bizonyos deriváltjainak meghatározására, melyekből számítani tudta a potenciált leíró felület görbületét. Eötvös igen érzékennyé tette a műszert speciálisan kezelt platinaszál használatával és azzal, hogy az ingát védő burkolatokkal vette körül. Később egy új műszert konstruált, melyben a súlyokat különböző magasságokban helyezte el és ezzel lehetővé tette a gravitációs tér horizontális gradiensének meghatározását is. A módszer az 1920-as évektől kezdve forradalmasította az olajipart és Eötvös-inga néven vált ismertté az egész világon. A modern gyakorlati geofizika akkor született, amikor a feltérképezett gradiensekből a felszín alatti geológiai szerkezetet találták meg. Az antiklinális és a sodóm típusú szerkezetekhez ugyanis olajmezők kapcsolódhatnak. Az Eötvös-inga alkalmazásának



3.2.1. ábra Az Eötvös inga szerkezeti felépítése

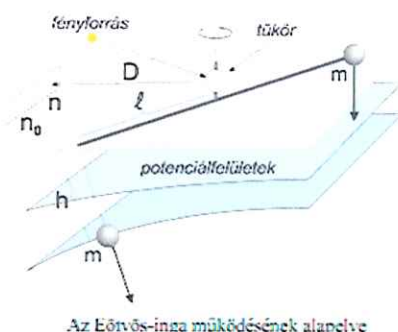
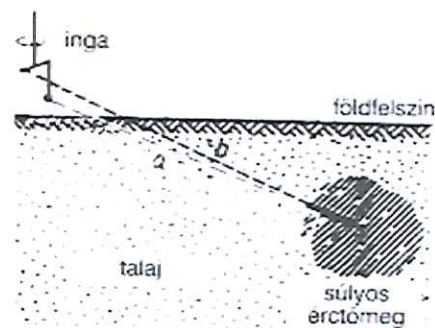
produktív szerkezetek százait és több milliárd hordó olajat köszönhetünk.

Eötvös Lorándot a tudománytörténet a legkiválóbb fizikusok között tartja számon. A századforduló körüli években végzett mérésre, mely $1/200000000$ pontossággal kimutatta, hogy a tömegvonzás független az anyagi minőségtől a nemzetközi szakirodalom ma is mint Eötvös-kísérletre hivatkozik. A nehézségi erőter gradiensének nemzetközi egysége az Eötvös (10^{-9} gal/cm). De a legtöbben - talán gyakorlati haszna, az olajkutatásban betöltött több évtizedes nélkülözhetetlen szerepe miatt - az Eötvös-ingát ismerik.

„Egyszerű egyenes vessző az az eszköz, melyet én használtam, végein különösen megterhelve és fémtokba zárva, hogy ne zavarja se a levegő háborgása, se a hideg és meleg váltakozása. E vesszőre minden tömeg a közelben és a távolban kifejti irányító hatását, de a drót, melyre fel van függesztve, e hatásnak ellenáll és ellenállva megcsavarodik, e csavarodásával a rá ható erőknek biztos mértéket adván. A Coulomb-féle mérleg különös alakban, annyi az egész. Egyszerű, mint Hamlet fuvalója, csak játszani kell tudni rajta, és miként abból a zenész gyönyörködtető változásokat tud kicsalni, úgy ebből a fizikus, a maga nem kisebb gyönyörűségére, kiolvashatja a

Mágneses kutatásai közül talán azt érdemes kiemelni, hogy a gravitációs műszereiből átörökölt nagy érzékenység révén saját tervezésű mágneses műszereivel nemcsak a viszonylag erős földi mágneses teret tudta mérni, hanem régi téglák és cserépedények nagyon gyenge mágnesezettségét is.

Az Eötvös-féle torziós inga alapjául egy 0,01–0,02 mm vastagságú platina-, vagy volfrámszálon középen felfüggesztett (mérleg) kar szolgál, amelynek két végére egyforma súlyú platinadarabot helyezünk. A legtöbb változatban az egyik tömeg mélyebben (20 cm körül) helyezkedik el. A torziós inga (mérleg) természetesen régóta ismeretes volt, Eötvösnek azonban sikerült soha nem álmodott érzékenységet elérni és ezzel alkalmassá tenni készülékét teljesen új feladatok ellátására. Ezek közül a legismertebb, legnagyobb gyakorlati jelentőségű a földfelszín alatti szerkezeti és tömegeloszlási viszonyok felkutatása. Egy nagyobb sűrűségű képződmény, vagy éppen fordítva, egy üreg jelenléte másképp hat a torziós szálon függő egyik, ill. másik platinatömegre és így a torziós szál elfordulását



3.2.3. ábra Az Eötvös inga működési elve

eredményezi. Az 1920–30-as években, az Eötvös és munkatársai (Pekár Dezső, Rybár István és mások) által továbbfejlesztett változatában a világ legkülönbözőbb tájain (Egyesült Államok, Németország, Irán, India) használták a készüléket földgáz-, olaj-, érc-, szénlelőhelyek felkutatására. A készülék keresett, devizát hozó termék lett, a magyar geofizikusok pedig megbecsült szakemberek voltak világszerte. Bár még az ötvenes, hatvanas években is készültek javított változatok, itt-ott még alkalmazták is őket, de a hosszú megfigyelési idő (két, két és fél óra) miatt szerepüket a modern graviméterek vették át.

A torziós ingát elhelyezte úgy, hogy a kar kiegyensúlyozott állapotban kelet–nyugati irányba mutasson, tehát a meridiánra merőleges legyen. A tömeg (30 gramm) anyaga egyik oldalon sárgaréz, a másik oldalon rendre üveg, parafa, antimonit. Forgassuk át most az ingát úgy, hogy az eddig a keleti oldalra eső test a nyugati oldalra kerüljön és viszont. Ha a különböző anyagú, de azonos tömegű testekre más-más inerciaerő hat, a vízszintes síkban egy nyomatéknak kell fellépnie, amely a torziós szál elfordulását hozná létre. Ilyen elfordulást nem figyeltek meg, így a kétfajta tömeg azonos, 1:108 (később Dicke szerint 1:1011) pontosságig.

3.3. Modern technikák

Az Eötvös-inga méréseket kiváltó új technikák és műszerek tesztelésére Magyarországon egy háromlépcsős kísérletet tettek a Tóalmás–Nagykátai–Albertirsa térségben. 1963–65 között a területen az alábbi mérések elvégzésére került sor:

- 1963–64-ben Eötvös-inga és tellurikus mérések,
- 1964-ben átnézetes refrakciós mérések,
- 1964–65-ben reflexiós mérések.

Facsinay László (OKGT (Országos Kőolaj és Gázipari Tröszt) geofizikai kutatási üzemének gravitációs osztályvezetője) a Szeizmikus Híradóban (1965) így foglalta össze a mérések eredményeit:

„A Pánd–Nagykátai-i gravitációs maximumtól D-re eső területen sikerült kimutatni a törésvonal helyét. A gravitációs ható határfelületének mélységi lefutását is megállapítottuk, illetőleg megszerkesztettük az analitikusan lefelé folytatott gradiensek alapján. A törések meghatározásán kívül a területmérés újabb eredményeket is hozott. A gravitációs maximum tetővidékén több olyan anomáliát találtunk, amelyekből arra lehetett következtetni, hogy az anomáliákat okozó ható tömeg, mint földtani szerkezet sokkal differenciáltabb, mint ahogy azt az eddigi mérésekből látni lehetett. Így pl. a pándi, eddig egységesnek mutakozó maximum két önállóan záródó részre bomlik. Továbbá Tápiószentmártonnál két, az eddigi mérésekből nem körvonalazható maximum indikálódik, a pándi és nagykátai maximumok közti nyeregrészen. Az eredmények előindikációként szolgáltak az 1964. évi reflexiós szeizmikus mérések számára. Meg kell említeni, hogy a kutatási területen végrehajtott tellurikus mérések igen jó összhangban vannak az Eötvös-inga mérések eredményeivel. Ez a körülmény arra mutat, hogy a gravitációs hatók felszíne és a tellurikusan kimutatott végtelen ellenállású kőzet felszíne között szoros összefüggés van, tehát az Eötvös-inga gradiensek elsősorban az alépitmény szerkezetének indikációi. Ez az egyezés fontos körülmény, mivel a gradiensek a felszínközeli inhomogenitásra is érzékenyen reagálnak és a lokális kis kiterjedésű anomáliákról nehéz megállapítani, hogy a szénhidrogén-kutatás szempontjából érdekes mélyebb szerkezetektől vagy felszínközeli inhomogenitásoktól erednek. A komplex kutatás jelentősége ebből a példából is világosan látszik.”

1965–67 között hasonló céllal történtek Eötvös-inga mérések Soltvadkert–Szank–Kecskemét, valamint Szeged–Hódmezővásárhely térségében. A graviméterek nagyon

leszűkítették az Eötvös-inga mérések lehetőségeit. A továbbiakban a gravitációs kutatásoknál a graviméteres mérések vették át a vezető szerepet.

60-as évek végén tehát új technika körvonalazódott a geofizikai kutatómódszerek minden területén, amely érintette a gravitációs és földmágneses kutatómódszereket is. A 60-as évek közepe felé a gravitációs kutatás területén az Eötvös-inga mérésekről áttértek a graviméteres mérésekre, és bevezették a digitális adatfeldolgozási módszerek alkalmazását a 70-es évek elejére.

Miután 1971–72-ben sikerült a TIOPS számítógépet minden területen jól beüzemelni, alaposabb fejlesztőmunka kezdődött, elsősorban az új szeizmikus programcsomag elkészítésére. Felhasználva a TNR szeizmikus szelvényrajzoló plotter lehetőségeit, megírták az izovonalas térképrajzoló programcsomagot. Így az iparszerű számítógépes gravitációs adatfeldolgozás a térképek megrajzolásával teljessé vált, miután összeillesztették a szoftvert a gravitációs feldolgozó programokhoz. Az illesztés révén a gravitációs adatok mágnesszalagon vagy a számítógép lemezén kerültek átadásra a két szoftver között. Ez nagyon megkönnyítette és felgyorsította a szűrt térképek megjelenítését. Ettől kezdve a gravitációs térképek a TNR szeizmikus plotteren, filmre kijátszva készültek el, és munkatérkép gyanánt szolgáltak. A kézi rajzolósi munka csak a végső megjelenítésre és feliratozásra korlátozódott. Volt ugyan emiatt némi aggodalom, hogy a gép elveszi (elveheti) az emberek munkáját...

A 70-es években jól kialakított technológiák és technikák alapján folytak a terepi gravitációs mérések, a mérési adatok feldolgozása, az eredmények földtani értelmezése. A 80-as évek elején az országos térképsorozatok elkészítésével előállt egy „szintézis”, mely az addigi tevékenység csúcspontját jelentette. A 80-as évek közepétől azonban (párhuzamosan a szeizmikus technika világbanki kölcsön felvétele utáni felújításával és kapacitásának felfejlesztésével) a gravitációs módszer fokozatosan teret veszített a kutatás irányításában. Ez a folyamat a 90-es években, a 3D szeizmika megjelenése után vált különösen érzékelhetővé.

A gravitációs módszer „felbontása” már nem versenyezhetett a háromdimenziós szeizmikus „adathasábokéval”.

A SZEIZMIKUS MÉRÉSEK ELVE

A szeizmikus mérések a felszínen vagy kis mélységben mesterségesen keltett kisenergiájú rezgéshullámok mélybeli közetrétegek határaitól a felszínre visszaverődő, visszhangszerű beérkezéseinek és azok beérkezési időinek mérésén alapszanak. (Hasonló elvet alkalmaznak a denevérek a levegőben, és a cetfélék a vízben való tájékozódásra.)

A rezgéskeltés történhet robbantással és vibrátorokkal. Ez utóbbi, leggyakrabban alkalmazott technika nem ejt "sebet" a talaj felszínén, (A gyakorlatban az energia növelésére 4 egységből álló, tökéletesen szinkronizált vibrátor csoportokat szokás alkalmazni.) nagymértékben környezetbarát. A robbantások a mérési vonalak mentén lemélyített, legfőljebb néhányszor 10 méter mély fúrásokban történhetnek.

Vibroszeiz (Nomád 65, Hemi 50, Y-2400). Ezek a robusztus, terepjáró gumikkal felszerelt speciális járművek korunk csúcstechnikáját képviselik, ha nem is "áramvonalazásuk" miatt. A vibrátorok lelke a jármű közepén függőlegesen elhelyezett szilárd keret, melynek asztallapszerűen



kiképzett alsó része leeresztve a talajra nyomható. A keretben mozgatható le-föl, időben folyamatosan változó (6-200 Hz-es) frekvenciával egy kb. 2,5 tonnás acéltömb. A rezgő tömeg mozgását egy 210 bar nyomáson működő, nagy teljesítményű hidraulikus berendezés végzi, mely hasonlít a nagy repülőgépeken alkalmazott szárnysíkmozgató mechanizmusokhoz. A tömb mozgásának vezérlése meghatározott program szerint, rádió távirányítással történik, pontosan szinkronizálva mind a négy vagy öt, szorosan egymás nyomában haladó vibrátort. Ezek - kis időre megállva, a vibrátor alaplaját leeresztve és a talaj felszínére nyomva - mintegy 10-15 másodperc hosszú rezgéscsomagot bocsátanak a földbe. Ezt a műveletet továbbhaladva, 5-10 méterenként ismétlik. A haladás csaknem folyamatos.

A már korábban említett robbantási eljárást olyan helyeken használják, ahol a terepi viszonyok nem megfelelőek a vibrátor konvoj használatához. A folyamat hasonló a korábbi eljáráshoz, csak a rezgetést keltő vonalak mentén nem a vibrátorok haladnak végig, hanem a rezgetési pontoknál robbanóanyagot helyeznek el egy meghatározott mélységű fúrt lyukban. A mélység pontos meghatározásához ismernünk kell a felméréendő terület domborzati viszonyait és jellemző anyag-összetételét. Példaként az Alföldön a 26

3.3.1. ábra Nomád 65 típusú vibrátor konvoly

méteres robbantási mélység volt az általános a laza kőzetrétegek miatt, de egy sűrűbb kőzetű hegységben az a mélység csökkenhet. A pontos értékeket a szakmai tapasztalat adta meg a különböző viszonyokra értve. Természetesen minél mélyebb lyukra van szükség, annál tovább tart a töltetek kihelyezése, és így időben a felmért szelvényhossz csökken. E csökkenést ellensúlyozta a két műszerrel történő észlelést vezették be, ami az érzékelők számának megduplázódását jelentette a robbantó vonal körül. Így egy robbantással dupla mennyiségű területet lehetett felmérni.

Az utóbbi években a környezetvédelmi szempontok előtérbe kerülése miatt a nehéz fúrógépek használata egyre inkább háttérbe szorul. A felvételek egyre elenyészőbb töredéke készül robbantásos energiakeltéssel. Sekély mélységű lyukcsoportokból történő robbantásra legtöbbször azokon a helyeken kerül sor, amit a vibrátorok nem tudnak elérni (popshots).

A robbanó töltetek nagysága jelentősen csökkent az érzékenyebb műszerek használata következtében. A 90-es évekre az alföldi méréseknél átlagosan 0.5–2 kg-os lett a töltetsúly, legfeljebb a dunántúli dombokon használtunk 3–6 kg-os tölteteket. A csoportos „popshot” lövésekhez 0.2–0.5 kg töltetsúly alkalmazása az általános. Az átlagos töltetmélység egy töltet esetén az alföldi méréseknél 20–30 m körül alakul, míg a zalai dombokon átlagosan 45–55 m, de néha eléri a 70–90 métert is. A pop-shot lövések esetén 3–5 m körül mozog.

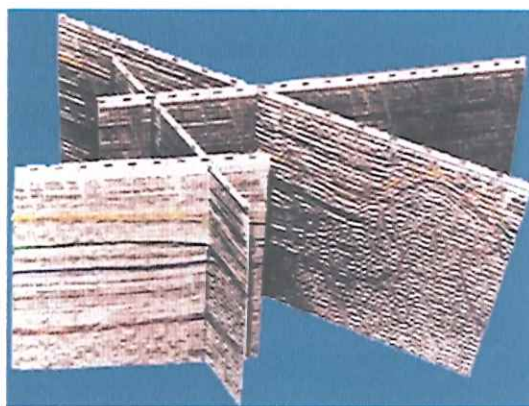
A robbantásos eljárást a '70-es évek közepén a hidegháború idején nem nagyon lehetett alkalmazni a Szovjetunió határain kívül, és egy iraki olajkutatói projekt keretén belül kiváltották ezt az eljárást az un. „Air-Gun” típusú rendszer segítségével. A rezgés keltés energiaforrása a sűrített levegő fókuszálásában valósult meg. Az air-gun-okban a kompresszorokkal összesűrített levegő hirtelen (vízbe történő) kiáramoltatása által keltett lökéshullám (impulzus jel) egy földre lehelyezett, vízzel töltött edény rugalmas fenéklapján keresztül jutott a talajba. Ezeknek az eszközöknek a beszerzése és üzemeltetése jelentősen költségkímélőbb volt mint a vibroszeiz-ek esetében. A használatuk azért nem terjedt el, mert az általuk elért eredmények (megfelelő behatolás, jó jel/zaj viszony) minősége többnyire elmaradt a robbantásos, illetve vibroszeiz szelvények minőségétől.

A visszaverődések ("visszhangok") mérése vonalak mentén, a talaj felszínére elhelyezett rezgésérzékelőkkel (geofonokkal) történik. A geofonok kb. dió nagyságú műszerek, melyek ezrével, egymástól 2-5 méterre vannak elhelyezve (a burkolatuk alján levő tűskével földbe szúrva) a mérési vonalak mentén. A geofon vonalakon egy fő kábel

fut végig, amin 40-50 méterenként van egy a geofonok számára kialakított konnektor, annak érdekében, hogy az érzékelőket rá lehessen kötni a központi műszerbe menő vezeték-kötegre. Így a mért talajrezgések elektromos feszültségingadozásokká átalakított jeleit továbbítják a teherautón elhelyezett rögzítő műszeregységbe. A minél pontosabb és tisztább eredmények elérése érdekében az érzékelőket csoportosan helyezik ki, a vonal mentén minél sűrűbben. A mágnesszalagra vagy DVD lemezre rögzített jelek számítógépes adatfeldolgozás útján alakíthatók át olyan "időszelvényekké", melyek tükrözik a földkéreg felső részének geológiai felépítését és következtetni engednek az esetleges kőolaj vagy földgáz tároló szerkezetek elhelyezkedésére. Az ilyen ígéretes szerkezetek lesznek az ezután lemélyített mélyfúrások célpontjai.

A geológiai viszonyokat "tükröző" időszelvények a méréseknek megfelelően 3 dimenzióba helyezve, "madártávlatból" (a szelvények általában több km hosszúak és 3-5 km mélységig "világítják át" a felszín alatti kőzeteket.)

A képen ábrázolt metszetek az ún. 2D-s

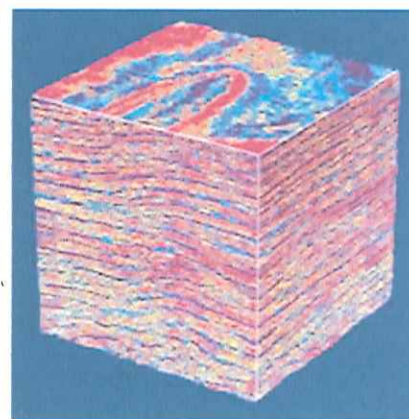


3.3.2. ábra A 2D-s mérések eredménye

mérések eredménye, amit a feltételezett szénhidrogén-lelőhelyek közelében egy nagy kiterjedésű (20-40 km) háló formájában valósítanak meg. Az ilyen mérések mutatják meg a megrendelő számára, hogy érdemes-e a területen pontosabb adatokat eredményező 3D-s méréseket végezni. Ha találnak felhasználható mennyiségű értékes anyagokat, akkor a 3D-s mérések megmutatják a földalatti vermek, boltozatok pontosabb helyét, alakját és vastagságát.

Az így kapott digitális eredmény egy adathasáb lesz, amit elemezve megkaphatjuk a mélyfúrások tervezett

helyét és mélységét.



3.3.3. ábra A 3D-s mérésekből származó adathasáb

4. A geodézia szerepe a szénhidrogénkutatásban

Természetesen, mint minden helyhez kötött dolognak szüksége van valamilyen szinten a helymeghatározásra. Például a túrák és az utazások során, a pontatlanabb, néhány száz méteres meghatározás sokszor elegendő, de az egyre növekvő igények ezt a értéket csökkentik. Ahhoz, hogy egy adott pontba eljussunk ma már szinte mindenki számára elérhető a GPS technológia, ami alap szolgáltatásként a kb. 10 méteres pontosságot biztosítja a felhasználók számára.

A pontosabb meghatározás a különböző létesítmények építéséhez, üzemeltetéséhez elengedhetetlen. Így a geodézia általában jelen van minden szubméteres vagy pontosabb helymeghatározást igénylő munkánál.

A szénhidrogének jelentőségét már korábban tárgyaltuk, így világossá válik a gazdasági és kulturális jelentőségük. A kifogyóban lévő kutak pótlására több, még esetleg érintetlen lelőhelyet kell biztosítani. Az újabb lelőhelyek felkutatására sokféle technikát dolgoztak már ki, de a geodézia biztosítja azt, hogy a mérések helyét pontosan ismerhessük. A bizonytalan fúrások sok anyagi többlettel járnak, ezért a talajszerkezeti térkép helyzetét minél pontosabban ismernünk kell. Így végül az egyes munkákat összegezve - geodéziai, geofizikai, kiértékelte geológiai adatok alapján - egy 3 dimenziós geológiai térképet kaphatunk, ami tisztázza a földalatti anyagok pontos elhelyezkedését, kiterjedését és alakját.

A geodézia jelen van a szénhidrogén kutatás munkálatainak elejétől fogva a geofon és vibró/robbantó vonalak megtervezésében, kialakításában (irányuk, távolságuk, pontközük, 2D esetén a településeket elkerülésére behelyezett töréspontok...), az alkalmazható technikák kiválasztásában, az előzetes domborzati és növényzeti viszonyok megállapításában, valamint a csapatok számának és összetételének megtervezésében. (Bővebben a következő fejezetben)

A geodéziai terepi munkák nélkül nem tudnak kezdeni a geofizikai csapatok (kábeltekertők, fúrások, vibró konvojok, tűzszerészek) sem. Az ideális állapot, amikor a geodézia egy teljes sávval (4-5 vonallal) megelőzi a geofizikai csapatokat, így az esetleges problémák (mocsaras terület, tulajdonos tiltakozása, műszerprobléma) kijavítására elegendő idő áll rendelkezésre, anélkül hogy a geofizikai mérések megállnának és ezzel súlyos többletköltséget okoznának.

4.1. Irodai előkészítés

A geodézia fő munkája a szeizmikus olajkutatásban a vibró/robbantó valamint az érzékelő (geofon) pontok kihelyezése a tervezett helyükre.

Ehhez természetesen szükségesek a vonalban szereplő pontok koordinátái, vagy a vonal kezdő és végpontjának koordinátái, valamint a pontközi távolságok. A vonalak pontos meghatározásához szükséges a domborzati viszonyok és a topográfiai elemek ismerete, a nagyobb (ipari) létesítmények, települések elhelyezkedése, valamint a tervezett felmérési eljárás módja.

A 2D-s módszer a feltételezett szénhidrogén lelő helyek körüli térséget fedik le a szükséges kiterjedésben és sűrűségben. Egy átlagos felmérési területre 3-8 km-enként helyeznek el mérési vonalakat, amik kikerülnek a



4.1.1. ábra 2D-s vonaltervek (települések elkerülésével)

településeket és az azon kívüli létesítményeket. Természetesen utak, vasutak, magasfeszültségű vezetékek, gáz és vízvezetékek, folyók, tavak keresztezhetik a vonalakat, de az ilyen helyeken az előírt biztonsági távolságot figyelembe véve kell kezelni a vonalakat.

A rezgést keltő eszközök (robbanóanyag, vibró) mindegyikére - az erejüknek megfelelően - biztonsági távolságot határoztak meg a föld feletti és alatti létesítmények biztonsága és épségének megőrzése érdekében (lásd: 5. számú melléklet). Természetesen külön távolságot határoztak meg a műemlékek, különböző vezetékek, épületek estében a sérülékenyséjüknek megfelelően. A tavak és folyók is zavarják, vízhangosítják a jeleket, így ezeket is ki kell kerülni, amennyiben ez lehetséges. Ha akkora a víztömeg, hogy nem lehet kikerülni, akkor egy vízi geofonsort építenek be a vonalba. Ezek telepítése bonyolultabb, ezért az ilyen eseteket kerülni kell. A geofonok esetében a magasfeszültségű vezetékek is okoznak zavart az érzékelt jelben, így ebben az esetben is egy biztonsági távolságot határoztak meg.

A vonalhosszak lehetnek 25-30 km-esek is, így több települést is figyelembe kell venni a tervezésükkor. Amennyire lehet, a vonalak egymásra merőlegesen találkoznak, hogy minél jobban értelmezhető legyen a kapott végeredmény. A vonalak teljes hosszán át, adott távolságban találhatók geofon és vibró-karók vegyesen 30-50 méter távolságban

egymástól. Amennyiben a vibrók nem tudnak végigmenni a kijelölt vonalon, abban az esetben a geofonkarók közé robbantó pontokat helyeznek el. A fúrás nehezebb feladat, főleg a terep adottságai és a talaj keménysége miatt lehetnek időbeli elcsúszások.

Fontos ezeket az információkat megszerezni az irodai előkészítés közben, az alkalmazható technika, a pontok mennyiségének, típusának és számának, a vonalak hosszának és irányának kiválasztása és meghatározása végett.



4.1.2. ábra „kézi” talajfúró berendezés

A 3D-s felmérés során a vonalak sűrűsége és száma jelentősen megnövekszik, ezáltal a munka időtartalma és költségei is megugranak. Az átlagos vonal távolságok 200–400 méteresre csökkennek, valamint a geofon vonalak általában észak-déli irányba, míg a vidró vonalak erre merőlegesen kelet-nyugati irányba húzódnak. Így egy a területet jól lefedő négyzetháló alakul ki, ami már a talajszerkezeti adottságokat megfelelő pontossággal és részletességgel tükrözi. Ebben az esetben teljesen elkülönülnek a vibró és geofon vonalak egymástól. A végeredmény is egy teljesen 3 dimenziós adathalmaz lesz, amit aztán rétegekre, metszetekre bontva tudnak kiértékelni.



4.1.3. ábra Kitűzött 3D-s vonalak az űrfelvételeken

Maga a terepi munka még az űrfelvételeken is kivehető és ezen felül megfigyelhető a szabályos négyzethálós kialakítás is.

Az irodai munka része az érintett területek tulajdonosainak értesítése is az esetleges kártérítések miatt. Ezeket az adatokat a földhivatali nyilvántartásból lehet a legegyszerűbben megkapni. A munkaterület méretétől függően (ami lehet akár 30*30 km is) a terepi munka idejét is megbecsülik, de ez sokszor egy teljes évszakot átfog, így az esetlegesen már megművelt mezőgazdasági területeken dolgozó olajkutató csapatok letaposhatják a növényeket. Az ilyen anyagi károk rendezése miatt szükséges a kártérítésekről gondoskodni.

A csapatok összeállítása érdekében szükséges ismerni az erdős és „tisza” területek arányát és hollétét. Így például sík és főként mezőgazdasági területként hasznosított

részeken a csapatok 90%-a általában GPS-es csapat, míg az erdősebb területeken a műszeres csapatok vannak többségben. Ezt fontos tisztázni a műszerek és egyéb felszerelések összeállításához, beszerzéséhez. Az olyan területeken, ahol a vonalak pontjai közül csak 2-3 esik erdőbe vagy erdősávba, ott a GPS-es csapatok is megoldhatják a kitűzést a két szélén pontosan kitűzött karók közötti interpolációval. Az irányt sokszor lehet látni, és egy mérőszalag segítségével kitűzhetők a pontok. A geodéziai pontossági követelmények megrendelő és kivitelező cégenként eltérőek, de általában néhány deciméteres differencia még nem okoz problémát.

A terepi viszonyok elemzéséhez elegendőek a megközelítő adatok is, így a mai munkák során a cégek előszeretettel használják a Google Earth programot, természetesen előfizetéssel a pontosítások és folyamatos frissítések miatt. A program nagyban segít a belterületi vonalak vezetésében is, hogy ahol lehet ott közterületen fussanak, valamint a kinyomtatott úrfelvételek is segítenek a csapatoknak a terepi navigálásában.

Az alkalmazott technika (2-3D, robbantás, vibró) definiálása után a terepi viszonyokat figyelembe véve meghatározzák a kitűző csapatok számát és összeállítását. A terepi adottságok meghatározzák a további csapatigényeket is: robbantás esetén a fúrócsapatokat kell összeállítani, ellátni felszereléssel, a robbantós csapatokat kell felállítani, a rezgéshullámok miatt az esetleges robbanóanyagok (I. és II. világháború után maradt aknák, gránátok) felkutatására fémdetektoros kutató csapatot kell alkalmazni. Ha a különböző csapatoknak magánterületre kell bemenniük, akkor egy irodai szervezőnek előre értesítenie kell a tulajdonost, illetve tisztázni a bejutás módját. Egy külön brigád fekteti a kábeleket és helyezi ki a geofonokat, valamint egy sofőr-csapat is kell a vibrós mérésnél, akik a folyamatos munka érdekében váltják egymást meghatározott időközönként. A geofonok által érzékelt mérések rögzítésére az úgynevezett műszert használják, ami tulajdonképpen egy teherautó a belsejében a rögzítéshez, tároláshoz és feldolgozáshoz szükséges elektronikus rendszerrel. Amennyiben több GPS-es csapat is dolgozik egyszerre, érdemes egy bázist állítani, mert a fizetős korrekció szolgáltatás összege messze meghaladná a bázis üzemeltetési és őrzési költségeit.

A csapatok összeállítása után megközelítőleg megjósolható a beérkező adatok mennyisége, és ennek függvényében állítják össze az irodai csapatot, akik a feldolgozást, a csapatok irányítását, az esetleges pótlások megszervezését és a folyamatos összhangot biztosítják. Egy nagyobb projekt esetében is ez 4-5 főt jelent akik hetente vagy kéthetente váltják egymást. Maximálisan elegendő 2 feldolgozó egy időben a csapatok irányítására és a beérkező adatok kezelésére.

4.2. Geodéziai munka jellege

A geodéziai munka - az irodai tervezést leszámítva - a tervezett geofon és vibró karók pontjainak kitűzését és a terepi koordinátáinak rögzítését foglalja magába.

A kitűzés egy valamilyen módon nyilvántartott vagy tervezett geometriai alakzat jellemző pontjainak helyszínen (terepen) való megjelölését jelenti. A feladat jellegétől függően vízszintes és/vagy magassági értelmű pontok megjelölése általában facövekkel, Hilti-szeggel, vagy festéssel történik. A kitűzés módja lehet abszolút vagy relatív. Abszolút értelmű kitűzésről akkor beszélünk, ha azt valamilyen országosan elfogadott koordinátarendszerben (pl. EOY), illetve országos alapszinthez (pl. Balti) viszonyítva végezzük. Relatív a kitűzés akkor, ha az egy helyi (általunk meghatározott) koordináta-, illetve magassági rendszerben történik.

Mint minden helyhez kötött és már megtervezett munkának (épület, építmény, műtárgy...) a helyét a terepen is a megfelelő pontossággal ismernünk kell. A feladat jellege határozza meg a kitűzési munkától elvárt pontosságot. Például egy földmunka kitűzésénél átlagosan elegendő a 20-40 cm-es, míg a vasút esetében a 2-4 mm-es pontosság.

A kitűzéseket lehet csoportosítani dimenzió, módszer, eszköz alapján.

Magassági kitűzés esetén egy adott pontot, tárgyat, felületet kell a megfelelő magasságba beállítani. Ez történhet – kevésbé pontos- trigonometriai módszerrel, aminek az alapja a műszeres szög és távolságmérés. Így a meghatározott magasságú műszerhez képesti magasságkülönbségből számítható az adott pont pillanatnyi magassága, és ha kell akkor állítanak a magasságán. Amennyiben ezt nem lehet megvalósítani (töltésmagasság beállítása), abban az esetben egy viszonyítási alaphoz képest kell megadni a pontos értéket. Pl. egy leütött karó felső lapjához képest adják meg az abban a pontban szükséges emelés vagy süllyesztés mértékét.

A magassági kitűzést el lehet végezni szintezéssel is. Ez a módszer pontosabb (mm vagy alatti) értékeket biztosít, de korlátozottabb a nagy magasságkülönbségek esetén. A szintezést gyakrabban használják relatív magasságkülönbség meghatározáshoz, mint a trigonometriai meghatározást. Pl. adott lejtésértékű csatornafének ásásakor a mélység ellenőrzésére kiválóan alkalmas módszer.

A vízszintes értelmű kitűzések esetében nem csak egy, hanem két értéket kell meghatározunk a terepi viszonyokban. Így kis mértékben bonyolultabbak a számítási és kitűzési módszerek.

A leggyakrabban alkalmazott kitűzési mód a poláris kitűzés. Lényege, egy meghatározott (adott vagy a műszer által meghatározott) állásponttól a tájékozás elvégzése után ismert tájékozott irányérték és távolság segítségével pontosan (cm) kihelyezhető a koordinátaival adott pont. Közeli irányok esetében a pontosság nőhet, 2-3 mm-re, amit a legtöbb esetben hilti szeggel, vagy ha nem lehetséges, akkor a karó felső lapján keresztfestéssel jelölünk. A módszer elterjedésében az egyszerűsége és termelékenységével segített.

Az ortogonális kitűzés lényege, hogy egy ismert irányhoz, vagy szakaszhoz képest a kezdő ponttól mért távolság és az erre merőlegesen mért távolság adja a kitűzendő pont valódi helyzetét. Eredetileg ezt az eljárást kitűzőrudak, szögprizmák és szalagos mérések segítségével alkalmazták, de a mai piaci igények ilyen formában nem igénylik, a lassú és pontatlanabb mérés miatt. Egy gyorsabb eljárás a tájékozott főirányról való kitűzés, aminél az alappontot már csak a kezdőponton szükséges biztosítani, míg a tájékozás adja az abszcissza vonal irányát. A mérőállomások programozhatósága már azt is lehetővé tette, hogy az álláspontnak nem kell alapponton lennie (szabad állás) és a prizmára mért irány adja az pillanatnyi abszcissza irányt, míg a távolság mérés a kitűzendő ponthoz viszonyított ortogonális értékeket. Így iterálva, fokozatos közelítéssel kitűzhető a pont. A módszert a modern technikai újítások segítségével továbbfejlesztették, így a GPS rendszerek is főleg ortogonális kitűzést használnak. Ezt a későbbiekben bővebben is taglaljuk.

A kitűzést kisebb területen a környezethez vagy alappontokhoz képest is el lehet végezni egyszerű ívmetszéssel, szalag(ok) segítségével. A kitűzendő és a fix pontok koordinátaiból kiszámítható a közöttük lévő távolság, és ezt minimum két fix pontról szalaggal –mint egy körzövel- kitűzhető a keresett pont. A szennyezett vagy elpusztult de őrcsapokkal biztosított alappontokat is ilyen módszerrel keresik meg vagy állítják vissza. A szalagos módszert a térképi méretek alapján használták sokáig kitűzésre és ellenőrzésre egyaránt.

Abban az esetben, ha pl. egy függőleges egyenest (tengelyt) kell beállítani, érdemes több oldalról kitűzni, és így az irányok metszéspontja adja a keresett egyenest. Karcsú építmények esetében szokták alkalmazni ezt a módszert, mert így a függőlegesen mozgatható irány segítségével magasabban is jól ellenőrizhető több szinten a pontos munka. A módszert alkalmazzák a függőleges homlokzatok, falak és különböző építmények pontos kitűzéséhez és a kivitelezési munka ellenőrzéséhez.

4.3. Munkaeszközök

A munkához szükséges felszerelés az átlagos geodéziai terepi eszközökön kívül néhány kiegészítőt tartalmazhat. Attól függően, hogy a csapat erdős vagy nyitottabb területen dolgozik, a szükséges felszerelés változik. A munkaeszközök egy mérőállomásos csapatban (4 fő) a következők:

- Leica TCRP, TCA, TCRA 1200-as mérőállomások (1db csapatonként)
- 2 műszerállvány
- egy prizma kényszerközpontosítóval
- egy prizma rúdon
- bozótvas
- láncfűrész, kiegészítők (benzin, kenőolaj, reszelő)
- karók

A GPS-es csapat (2-3 fő) kevesebb eszközt visz magával:

- Leica 1200 GNSS rendszer (antenna, vezérlő- és kijelző egység, tároló egység, jelkövető és jelfeldolgozó egység, mikroprocesszor, tápegység)
- bozótvas
- karók

4.3.1 Leica 1200-es szériájú mérőállomások:

A Leica cég véleménye:

„Az új Leica TPS1200+ az eddigi létező legversenyképesebb mérőállomásunk. A piacon található legpontosabb prizma nélküli távmérőt (EDM) nyújtja a legkisebb lézerponttal, és akár 1000 méter felett is képes mérni. Az új távcsőnek köszönhetően, amivel minden Leica TPS1200+ modell fel van szerelve, a felhasználó a prizmákra is mindennél pontosabban mérhet.”

A legjobb prizma nélküli távmérés (EDM) megvalósítása. Akár 1000 méter távolságban levő elérhetetlen vagy nehezen megközelíthető célpontokra is - prizma nélkül - mér valódi PinPoint (tűhegy) pontossággal. A hatótáv, a pontosság, a lézerpont mérete és a mérési idő



4.3.1.1. ábra A Leica 1200-as típusú mérőállomás

kombinációjával a TPS1200+ a piac legjobb prizma nélküli távmérőjét (EDM) jeleníti meg. A megnövelt hatótávolságnak köszönhetően, csökken az álláspontok száma, és növekszik a bemérhető részletpontok száma.

- Prizma nélküli hatótáv 1000 m
- PinPoint (tűhegy) pontosság 2 mm
- Lézerpont mérete 2 cm/50 m

Egyetlen személy képes elvégezni mind a pontok felkeresését, rögzítését és mérését – hatékonyabb és gyorsabb, mint bármely másik egy-emberes mérőállomás a világon. A TPS1200+ egy továbbfejlesztett Automatikus Célfelismerő (ATR) érzékelővel dolgozik, ami nagyobb pontossággal és megbízhatósággal követi a prizmat, mint bármikor korábban. Amennyiben a nyomkövető elvesztette a prizmat, akkor az egyedülálló PowerSearch érzékelő egyetlen gombnyomásra gyorsan újra megkeresi és megtalálja a prizmat.

A Leica's SmartStation birtokában, a SmartRover és SmartPole lehetőségekkel bármikor teljes GNSS funkcionalitással egészíthető ki egy TPS1200+ mérőállomás. Különleges feladatainak, csapatának és költségvetésének megfelelően testre szabható mérőfelszerelés.

4.3.2 Leica 1200-es szériájú GNSS rendszer:

A Leica cég véleménye:

„A jövőbiztos GNSS megoldás a maximális termelékenységet és rugalmasságot jelenti. Több műhold, több GNSS jel. Ma és holnap! A Leica GPS1200+ műszerrel Ön biztos lehet benne, hogy készen áll a jövőbeli változásokra. Fektessen be ma a jövőbiztos GNSS technológiába, és legyen biztos benne, hogy az Ön berendezése minden műholdat képes követni ma és holnap. A GPS1200+ az egyetlen valóban jövőbiztos GNSS Rendszer.”

A Leica Geosystems bizonyított GNSS pontossága növekszik a következő szintre a legutolsó és legújabb SmartTrack+ measurement engine technológiával. A javított jelfeldolgozás és ipari vezető mérési minőség szállítása optimalizálja a pontosságot még kedvezőtlen körülmények között is.

A GPS1200+ tartalmazza az egyedülálló SmartCheck+ technológiát. A SmartCheck+ garantálja a maximális



4.3.2.1. ábra A Leica 1200-as típusú GNSS rendszer

megbízhatóságot a folyamatos ellenőrzés eredményeképpen. Tökéletes bizalom kompromisszumok nélkül, a gyors inicializálási idő lehetővé teszi, hogy teljesen a termelékenységre koncentrálhasson a felhasználó.

A Leica Geosystems SmartRTK és RTCM 3.1 korrekciós adataival garantálva van a legjobb teljesítmény a hálózatokban. Többé nem kell aggódni a homogenitás és követhetőség miatt a virtuálisan számított referencia állomások miatt.

A GPS és GLONASS rendszer folyamatosan tökéletesedik, az európai Galileo és a kínai Compass rendszerek csatlakoznak hozzájuk és ez még további előnyöket fog nyújtani a felhasználóknak szerte a világon. A GPS1200+ műszerrel az összes új GNSS rendszer támogatása egyesül.

A GPS L5 az új, harmadik GPS frekvencia. A GPS L5 a nagyteljesítményű sugárzás révén könnyű és gyorsabb jel adatgyűjtést és követést kínál. A bővített jel modulációs összeállítások javítják a többutas elutasítás teljesítményét. A GPS1200+ követni fogja ezt az új jelet az első naptól fogva.

A Galileo további 30 műholddal fogja bővíteni a GPS és a GLONASS együttállásokat. Ez biztosítani fogja, hogy átlagosan 20 műhold legyen látható (24/7), és tovább fogja javítani a sebességet és a pontosságot. A Leica Geosystems az első, aki a legmodernebb és legpontosabb Galileo AltBOC jelre való teljes felfejleszhetőséget kínálja.

A GPS1200+ mindazt a rugalmasságot és teljesítményt nyújtja, ami minden típusú GNSS alkalmazáshoz szükséges. A legszigorúbb MIL előírásoknak megfelelően lett tervezve, a GPS1200+ ellenáll a szélsőséges hőmérsékletnek, a legmostohább időjárásnak és a legkedvezőtlenebb terepi feltételeknek.

A Leica Geosystems az egyetlen gyártó, aki fel tudja ajánlani a megfelelő felfejlesztési útvonalat a négy műhold rendszerre, ami az elérhetően közzé tett rendszer definíciókon alapul. A GPS1200+ támogatja a GPS, GLONASS, Galileo és Compass rendszereket és a GPS1200 könnyedén frissíthető erre a szintre.

A későbbiekben kitérek a kitűzést érintő szoftveres lehetőségekre.

4.3.3 Leica prizma:

A prizma lényege a távolságmérés során kibocsátott jel visszaverése a jelkibocsátó felé. A visszaérkező jelet a műszer feldolgozza, és mm-re pontosan kiszámítja a távolságot. Persze ezt az értéket is hibák terhelik, mint például az összeadó állandó, ami a

prizmaállandó és a műszerállandó összege. A prizma esetében ez az érték általában 0 és 40 mm között lehet, ami a csatlakozó és a visszaverődés központja közötti távolságot jelenti. A nagyobb távolságok esetén nem lehet lézer távmérőket alkalmazni, így a prizmákat még mindig széles körben használják.

Maga a prizma szem egy üveg kocka átlósan levágott sarka, ami ugyan abba az irányba veri vissza a bele érkező jeleket.



4.3.3.1. ábra Leica prizma szem

4.3.4 Kényszerközpontosító:

A kényszerközpontosító lényege, hogy a műszerállványra (az összekötőcsavar segítségével) történő rögzítése után egy kapcsoló segítségével a benne lévő zárszerkezet elengedi a műszer, illetve a prizmaösszekötő három kis lábát, és ezzel kicserélhetőek lesznek a különböző eszközök egymással, tizedmilliméteres pontossággal. Így kiküszöbölhető az újbóli pontraállásból eredő akár több milliméteres hiba.



4.3.4.1. ábra Kényszerközpontosító

4.3.5 Műszerállvány:

A műszerállványok általában fából, üvegszálas műanyagból vagy alumíniumból készülnek. Teleszkópos felépítésű, de ugyanakkor a terhelés és csavarodás ellen is biztosított, a műszer megtartására kialakított, háromlábú eszköz. Alul vas-sarus hegyben végződnek, amelyen taposónyelv van, valamint a fejezet. Az állvány fejezete fémből készült háromszög, vagy kör alakú lemez. Középen néhány cm átmérőjű nyílás van, ezen halad át a műszert rögzítő összekötőcsavar.



4.3.5.1. ábra Műszerállvány

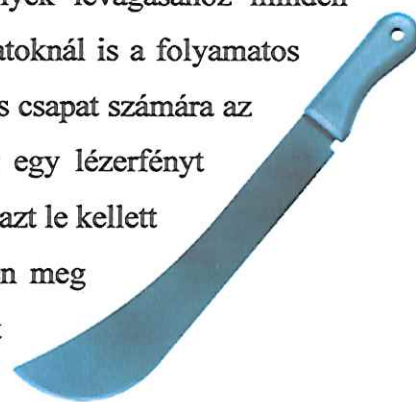
4.3.6 Karók

Az átlagos geodéziai célú kitűző-karók többnyire keményfából készülnek, 2*2 vagy 3*3 cm keresztmetszetűek és 30-60 cm hosszúak. Így ellenállnak bizonyos mértékig az időjárásnak és a külső fizikai behatásoknak.

Az olajkutatásnál ezt a típusú karót nem lehetett alkalmazni a súlya és vastagsága miatt, így a megrendelt karók 1*2 cm keresztmetszetűek voltak, valamint puhafából készültek. A láthatóság miatt hosszuk kb. 60 cm volt és színes szalagokkal jelöltük meg a tetejüket. A megművelt mezőgazdasági területeken és az erdőkben is könnyedén meg lehetett találni utólag is a vonalpontokat. A kitűzendő pontok elé és mögé vonalban 10-10 méternyire egy kisebb karót is leszúrtunk a kábelfektetők munkájának megkönnyebbítése érdekében.

4.3.7 Egyéb kiegészítők

A kisebb bokrok, ágak, vagy a vonalba belógó növények levágásához minden csapatnál volt egy bozótvágó (macheta), még a GPS-es csapatoknál is a folyamatos munka érdekében. Ami még fontos, az a láncfűrész a műszeres csapat számára az erdőben történő folyamatos haladás biztosítására. A műszer egy lézerfényt vetített ki a következő kitűzendő pont felé, és amin látszódott, azt le kellett vágni. A különböző terepi viszonyok és erdőtípusok esetében meg volt határozva a maximális átmérő, amíg egy fát ki lehetett vágni. Az azon felülieket kikerültük. A kisebb kiegészítők közé tartozott a filctoll, amivel a karó számát írtuk meg, valamint a ragasztószalag, amivel a nagyon sűrű növényzetből emeltük ki a pontokat egy második karó hozzáragasztásával. És végül egy fontos kiegészítő a jegyzetfüzet, amibe a picket-naplót vezettük. A picket lényege, az hogy rögzítsük a kihelyezéseket (inline, offset) és a mezőgazdasági változásokat az adott vonalon értelmezve méter élességgel (lásd: 4. számú melléklet).



4.3.7.1. ábra Bozótvágó

A járművek alapból nem tartoznak a munkaeszközök közé, de a GPS-es mérések esetében jelentős előnyt tudtunk kovácsolni egy gallytörős és platós terepjáró segítségével. A következő fejezetben kitérek a járművek terepi használatára is.

4.4. Mézési és kitűzési módszerek

A geodéziai mérések szinte minden területen különböznek egymástól. A közműfelmérés jelentősen eltér a vasúti részletméréstől, a tervezési térkép méréstől, az autópályás méréstől, a szabatos (nagy pontosságú) mérésektől...

Ugyanúgy a magassági mérések a vízszintesektől, a kitűzés a részletméréstől, az alappont-meghatározás a modern mérési technikáktól (szabad álláspont), a földi mérések a GNSS mérésektől.

Az azonos típusú munkákkal foglalkozó cégek között is rengeteg apró eltérés van a mérési folyamatban, módszerekben. A módszereket a terepi adottságok, az alkalmazott mérés-technika, a rendelkezésre álló eszközök, a mérők száma, illetve a pontosság is jelentősen befolyásolják.

A földalatti mérések esetében is nagy eltérések vannak, attól függően, hogy a létesítmény milyen céllal épül. Pl. egy metró fúrásakor a megfelelő találkozások érdekében nagy pontosságot követel meg a fúrópajzs irányítása, ami a geodéziai hibát tekintve a kilométerenkénti 4 cm-t nem haladhatja meg. Míg egy mélyművelésű bányában elegendő a néhány deciméteres pontosság 1 km-en, mert nem a pontos fúrás a lényeges, hanem az hogy a leggazdaságosabban követhessék a kitermelendő ásványi-anyag réteget. Az alappontok állandósítása – és ebből következően az álláspont koordinátáinak meghatározása – is eltér a két mérnöki munka között. A bányászati körülmények miatt az alappontokat a talajon nem lehet állandósítani az épségük biztosítása mellett, ezért a földben elhelyezett szeget, vagy csavart használják állandósítás gyanánt. Műszerrel történő mérés esetén egy függőt akasztanak az alappontra és ez alá állítják be, úgynevezett pont aláállással a mérőállomást vagy teodolitot.

Ezzel szemben a metróépítésben a fúrópajzs által kiépített betongyűrűbe helyezik el az alappontokat két oldalt párosával. Ezekbe a pontokba egy toldat csavarható, ami egy fényvisszaverő prizmat tart, így a műszer nem pontraállással kap koordinátákat, hanem több ilyen alappontra történő mérés segítségével a határozza meg a mérőállomás pontos helyzetét (szabad álláspont).

A továbbiakban bővebben kifejtem az olajkutatásban alkalmazott geodéziai csapatok mérőállomással és a GPS-szel történő kitűzési módszereit, a különböző terepi viszonyok figyelembevételével.

4.4.1 Kitűzés mérőállomással

Az olajkutató cégek között is vannak módszerbeli különbségek, így néhány esetben még az erdőkben sem alkalmaznak műszeres csapatokat, hanem a 3 méteres pontosságon belüli GNSS méréseket fogadják el. Erre bővebben a GNSS rendszerrel történő kitűzések fejezetben térek ki (részletesebben).

Abban az esetben, ha a 3D-s felmérés kitűzendő vonalai (geofon, vibró) közötti távolság nagyobb (350-400 méter), a felmérés pontatlanabb eredményeket ad a létrejövő adathasáiban, így a geodétáknak sem kell annyira pontosan dolgozniuk. Egy sűrűbb négyzethálójával (200-250 méter) a végeredmény pontosságát lehet növelni, de ez a geodéziai munkák pontosságának szigorításával jár. Az erdősebb területeken is tartani kell a néhány deciméteres kitűzési pontosságot, így mérőállomásos csapatokat is kellett alkalmazni. Ez sok mindent magával von: a mérőállomással kitűzött karók száma jelentősen lecsökken a GPS-es kitűzésekhez képest, így az értékük megközelítőleg a kétszeresére ugrik, és a felszerelések száma is megnövekszik. A csapatoknak a vonal



4.4.1.1. ábra A műszeres csapat eszközei

mentén kell haladniuk a sokszor sűrű aljnövényzettel rendelkező erdőkben, ami megköveteli a bozótvágónál hatékonyabb eszközt, a láncfűrész alkalmazását.

A mérőállomásos (mérő) csapatok személyi beosztása a következő:

- A műszert kezelő mérnök (esetleg technikus), aki a csapatot és a kitűzést irányítja, megoldja az adódó problémákat és a nap végén a méréseket leadja az irodának.
- A műszerlábállító, aki a második műszerállványt viszi a tájékozás után a következő álláspontra a kényszerközpontosítós prizmával együtt, illetve a műszer átállásakor a hátul maradt lábat viszi ismét előre.
- A prizmás, aki a kitűzést és a karók leverését, illetve megírását végzi. Sokszor a bozótvágó nála van, a belógó gallyak, növények levágása miatt.
- Favágó, aki a kitűzendő irányt és az álláspontok környékét tisztította meg a nemkívánatos ágaktól, esetleg fáktól. Zsengébb erdő esetében a bozótvágót használja és csak szükség esetén vág a láncfűrészszel.

Az induláshoz egy GPS-es csapatnak – lehetőleg vonalban – le kell tennie egy álláspontnak használható és könnyen megtalálható, valamint egy minimum 80 méter távolságra lévő tájékozásra használható alappontot. Ezeket csak akkor lehet elhelyezni, ha a GNSS vevő által közölt térbeli középhiba nem haladja meg a 4 cm-t. Az állandósítás egy rövidebb (20-30 cm-es) karóval történik, aminek a felső részén egy festett pont jelöli a középpontot. Az alappont mellé, kb. 10 cm-re egy teljes karó kerül, ami a megtalálásban és az adatainak rögzítésében segít. A pont felőli oldalra kerül a pontszám és a magasság, a másik oldalra az Y és X



4.4.1.2. ábra A GPS-es vonal az erdő széléig

koordináták. Az alappontok pontszáma nagy „B” betűvel kezdődik és általában 5000-től kezdődik. Az erdőben egy sokszögvonal vezetnek végig a kitűzendő vonal mentén. A munka folyamán tulajdonképpen egy szabad sokszögvonalat használnak, aminek a kezdőpontja egy tájékozott és ismert alappont, de a végén az erdőből kiérve egy harmadik ismert (GPS-szel meghatározott) alappontra is rá kell mérni a vonal ellenőrzése végett. Amennyiben a sokszögvonal vonalas (lineáris) hibája nem haladja meg a 60-70 cm-t, úgy a kitűzést elfogadjuk véglegesnek. Utólag az irodában a rögzített irányok és távolságok segítségével kiszámolják a vonalat kétszeresen csatlakozó és egyszeresen tájékozott sokszögvonalként. Erre azért van szükség, mert ha javítani kell a vonalban (kitört vagy elveszett karók miatt), akkor pontosabban ismerjük a sokszögpontok koordinátáit, amiről elvégezzük a pótlást.

A sokszögpontok állandósítása nem a megszokott módon történik a bizonytalan összeláthatóság miatt, hanem először a műszerállványt a prizmával olyan helyre kell felállítani, ahonnan látszik a műszer, illetve a vonalon előre is minél tovább el lehet látni. Ha megvan a biztos állás, akkor a kitűzés folytatódik és csak a bontás előtt történik meg az állandósítás.

Maga a mérés a kezdőponton történő felállással és tájékozással, illetve az erdő szélén lévő sűrűbb növényzet átvágásával indul. Mivel általában egy GPS-es csapat már kitűzte az erdő mellett található tisztább részt, így lehet látni megközelítőleg a vonal további folytatását. Az alkalmazott technológia (Leica 1200) lehetővé tette hogy a következő

kitűzendő pont felé egy látható lézerfényt vetítsen ki, így a favágó irányítás nélkül láthatta a kivágandó ösvény helyét. Amint megtisztult az út, elkezdődhetett a kitűzés és vele egyidőben a következő műszerállás kirakása is, amit a lábállító végzett. A szilárdan elhelyezett műszerállványon lévő prizmaszemre a műszeres ráért egy irányt és egy távolságot és ezek alapján meghatározta a következő pont koordinátáit. Miután ez megtörtént a lábállító kiveszi a kényszerközpontosítóból a prizmat és elviszi a műszerálláshoz, ahol a műszeres a mérőállomást veszi ki a kényszerközpontosítóból és előre viszi az első lábra. A visszafele történő mérés és az előzőleg meghatározott koordináták alapján a műszer már meg tudja határozni a helyzetét és ezek alapján folytatni tudja a következő pont tűzését. A visszamérés után a lábállító állandósítja a pontot az optikai vetítő segítségével, a karót oda üti le, ahol az ideális lenne, de ez sokszor elmegy oldalra, így a föld tömörítésével hozza vissza. A pontos helyet ismét egy festékpont jelöli. Miután az állandósítás megtörtént, a lábállító előre viszi a lábat és ismét a legoptimálisabban elhelyezi. Ezt a munkamenetet addig folytatják, míg ki nem érnek az erdőből.

A mérnök a csapat vezetője a reggeli eligazításon kezd, ahol megkapja a vonalát. Ő kezeli a mérőállomást és irányítja a kitűzési illetve a növényirtási műveleteket. A kitűzött karók pontos helyét rögzíti a műszerben, illetve ha nem lehetett a pontos helyére tűzni valamilyen objektum – vízmosás, út, fa... – miatt, akkor az eltéréseket (inline, offset) felírja a picket naplóba. Ugyanebbe a naplóba vezeti azt is, ha a növényzet megváltozik (pl. lombhullatóból örökzöldbe), ha elektromos vagy egyéb vezeték keresztezi a vonalat, és ha utat vagy csatornát kereszteznek. A munka folyamatossága érdekében megfelelően kezeli az alatta beosztott embereket és a nehezebb körülmények között a munka megfelelő elosztását ellenőrzi. Mindig igyekszik a kisebb energia-befektetést igénylő utat megtalálni. A nap végeztével a műszer memóriájában rögzített adatokat leadja az irodának, majd bejelöli az aznapi teljesítményt a falra felrakott teljes munkaterületet ábrázoló plotterképen. Így nyomon lehet vizuálisan is követni a már teljesített vonalszakaszokat.

A figuráns a prizmobottal végzi a kitűzést. A kitűzés polárisan történik, tehát a figuránst beintik az adott irányba (vagy követi a műszer két külön színben villogó kitűzőfényét) és a távolság alapján addig közelíti a pont valódi helyzetét, míg végül pár cm-en belül lesz. Ekkor megírja a karó számát (vagy már korábban megírta) ami a vonal



4.4.1.3. ábra Egy kitűzött robbantós pont

számából és a pont sorszámából tevődik össze 4-4 karakter arányban (pl. 1305 5049) A számból látszik a pont jellege is, mert az 1000-el kezdődőek a geofonok, míg az 5000-el kezdődőek vibró karók (pl. 5147 1310). A robbantós pontok esetében is a számozással különböztetik meg a kitűzött karókat, illetve a félreértések elkerülése végett a tetejükön meg vannak festve.

Az erdőbeli folyamatos előrehaladás érdekében a műszeres csapatok egy favágót is tartalmaznak. A felszerelését a láncfűrész, a szerelőkulcs, a lánc-reszelő, a benzin és a kenőolaj teszi ki. A favágó feladata a nehezebb növénytakaró átvágása, a megfelelő irányban és szélességben. Értenie kell a nagyobb fák, ágak megfelelő módon történő kivágásához, úgy hogy a csapat többi tagját ne érhesse baleset. Továbbá megfelelő módon kell kezelnie és



4.4.1.4. ábra Tiszta ösvény

rendben tartania a fűrész. A tapasztalt fűrészkes irányt tud vágni a lézervény nélkül is, ha néha a háta mögé nézve ellenőrzi magát. A kivágott ösvénynek olyan szélesnek kell lennie, hogy egy felnőtt ember felszerelve is végig tudjon rajta menni.

A legrosszabb esetben az úgynevezett szederindával vagy vadszederral benőtt területeken a legnehezebb az áthaladás, mert az összenőtt, keresztül-kasul fonódó ágak szúrósak és hajlékonyak. Így a bozótívágó rugózik rajta, míg a láncfűrész lassabb fordulaton becsavarja a szálakat. Az ilyen növényvel benőtt térségben maximum 10 pontot érhetnek el a csapatok napi szinten, míg egy kitisztult öreg erdőben akár a napi 35 pont is elérhető.

A domborzati viszonyokat sem tudjuk megválasztani, így a legoptimálisabb a sík, de sok esetben az erdőket inkább a dombosabb, hegyesebb területeken hagyják meg a talaj megfogása, illetve a területkihasználtság miatt. A munkát ugyan úgy el kell végezni egy hegyvidéken is, mivel ha ilyen helyen van olaj, akkor azt is meg kell keresni. A lejtősebb terep is lassítja a munka menetét, de a lábállítót terheli meg legjobban, mert ő az oda mérés során 3-szor megy végig a vonalon. A nagy szakadékok és vízmosságok esetében különösen fontos, hogy az előre vitt lábat úgy helyezzük el, hogy arról tovább lehessen vinni a sokszögvonalat.

4.4.2 Kitűzés GNSS-technikával

A GPS-es csapatok termelékenysége többszöröse a műszeres csapatokénak, így hagyományos (pl. beszántott) területen a napi 90-100 pont is elérhető. A termelékenysége és a (már biztosított) megfelelő és folyamatos műhold-összelátás végett a GNSS technológia a geodézia egyik legfontosabb eszközévé vált.

Az RTK (Real Time Kinematic – valós idejű kinematikus módszer) révén a GNSS vevő folyamatosan kap korrekciókat, így az alap 10 méteres pontosságot lecsökkenti valós időben akár 2-3 cm-re is. Így a műszer által mért eredményeket nem az utólagos feldolgozás során, hanem helyben kapjuk meg, 1-2 másodperces frissítési időközökkel. A technológia már nemcsak a pont koordinátáinak meghatározását teszi lehetővé, hanem a koordinátaival adott pont kitűzését is. Ebben a projektben hálózati RTK-t használtunk, mert csak egy folyamatosan üzemelő GPS-szes csapat dolgozott (egy másik GNSS vevő „csak” a mérőcsapatok alappont-ellátására lett használva)

A szénhidrogén kutatásánál egy GNSS vevővel rendelkező csapat minimum két, de ideális esetben három főből áll. A kétfős csapat áll:

- A GNSS rendszert kezelő mérnökből (esetleg technikusból), aki a kitűzést végzi és vezeti a picket naplót, valamint
- a segédből, aki a kitűzött pontokban veri le a megfelelő számmal megírt karót, és ő viszi a karóköteget is.

Emberhiány esetén két fővel is működik egy GNSS csapat, de fontos, hogy a megfelelő szisztémában dolgozzanak, annak érdekében, hogy a járműtől ne távolodjanak el túlságosan a karópótlás miatt. Az ideális helyzetet az adja, ha több vonal is megy egymás mellett egy nagyobb tisztáson (nem erdős területen), mert így az elvitt karók felét az egyik vonalon helyezhetik ki, míg a többi egy másik vonalon visszafelé haladva tűzhetik ki. Ebből adódik, hogy a karópótláshoz nem kell több száz métert gyalogolni a munka-teljesítmény kárára, mire visszaér a csapat a járműhöz.

Problémát az okozhat, ha már kifejezett magas gabonanövény (pl.



4.4.2.1. ábra Vonalban tört kukoricatábla

kukorica, vagy napraforgó) táblát keresztbe a vonal, mert itt is biztosítani kell a kábelfektetők számára a megfelelő szélességű ösvényt. Erre háromféle módszer van, az első és egyben legfárasztóbb, az ha a növényeket oldalra letapossuk a kívánt szélességben, ügyelve arra hogy a vonalat kövessük. A második lehetőség a bozótvágo használata, ami nem javasolt, mert a megmaradó száraz hegyesek és élesek maradnak és ezek megsérthetik az utánunk jövők lábát, főleg ha van idejük a csonkoknak kiszáradni. A harmadik és egyben a leghatékonyabb módszer az, ha egy gallytörővel felszerelt terepjáró végigmegy a vonalon és gyakorlatilag letapossa az útjába kerülő növényeket. Persze a terepjáró irányítása is problémás lehet, ha két emberes a csapat. Az egyik megoldás az, ha a mérnök a GNSS vevővel közvetlen a terepjáró mögött sétál a jármű hossz tengelyében, miközben ellenőrzi az irányt és utasításokat ad a sofőrnek a korrigáláshoz. Mivel a vevő hátul van és a kormány az első kerekeket irányítja, így a hátul érzékelt eltérés abban a pillanatban elől már többszöröse. A másik megoldást az jelenti, ha a vevőt a jármű hossz tengelyébe tudjuk elhelyezni (pl platós terepjárón) és ha lehetséges, akkor a sofőr nézze közvetlenül a tasztatúrán (kezelőpanelen) a kijelzett irányt (nyilat).



4.4.2.2. ábra A terepjáróban rögzített GNSS tasztatúra

Egyes cégek kérik a geofon karók előtt és után 10-10 méterrel vonalban kihelyezett kis karókat, amik a kábelfektetők munkáját hivatottak segíteni. Mivel a geofonok kb. 20 méternyi vezetékkel vannak összekötve így a kiskarók jelzik a kihelyezés határait, míg a geofon karó mellé lerakott fő kábelen lévő konnektorokba pedig a középső csatlakozó helyezhető. Az ilyen kis karók csak jelzés értékűek, ezért azt a mérnök a GNSS rendszer adatai alapján szinte megállás nélkül szűrja le a földbe a kívánt helyen.

A csapatok (mérő és GPS-es) igyekeznek párhuzamosan egyszerre 4-5 vonalon dolgozni, ezért nincsenek messze egymástól, ha segíteni kellene. A párhuzamos haladás azért fontos, mert a kábelfektetők is ekkora területet fednek le egyszerre, amire keresztbe haladva a vibrók folyamatosan mérhetnek. Miután az egyik sávval végeznek, addigra a másik már kész kell, hogy legyen a kábelfektetéssel együtt, a folyamatos haladás biztosítására.

A GPS-es csapatok feladata a mérőállomással mérő csapatok indulását és zárását biztosító alappontok kihelyezése is, ezt érdemes tömegesen, egy erdőt körüljárva elvégezni, hogy ha a GPS-es csapat beleáll egy vonal tűzésébe, akkor ne kelljen kiállnia

egy mérő csapat zárása vagy indítása miatt. Amennyiben a kihelyezendő alappont környezete, vagy korrekcióvesztés miatt a műszer csak nagy középhibával tud mérni, úgy keresni kell egy olyan helyet a közelben, ahol biztonságosan alacsonyan lehet tartani a hibát, és oda kell állandósítani az alappontot. Ha egyszerre több GPS-es csapat is helyez ki alappontokat, akkor a pontszámozásban minden csapat kap egy tartományt (pl. B5100-5200), amin belül dolgozhat, ezáltal elkerülhetők az azonos pontszámú alappontok.



4.4.2.3. ábra Alappont (pirossal a pontos hely)

A GNSS rendszer (Leica 1230) kitűzési lehetőségei igen szélesek. A legkézenfekvőbb az volt, hogy a vonal (ami teljes mértékben egyenes) kezdő és végpontjainak koordinátái alapján generáltattunk a műszerrel egy elméleti kitűzési vonalat, amire ortogonálisan (merőlegesen) adta meg a következő ponthoz viszonyított adatokat. Így a kijelzett adatok között látható volt a GNSS vevő merőleges távolsága a vonaltól, és a kitűző vonalon mért távolsága a következő ponttól. A munka megkönnyítése érdekében be lett állítva, hogy a kitűzött pont regisztrálása után automatikusan a következő pont adatait írja ki.



4.4.2.4. ábra Leica kitűző program (vonal szerint)

Természetesen további lehetőségek is a rendelkezésünkre álltak:

- Észak felé: az észak felé mutató irányt használja a műszer kitűző-iránynak és ehhez képest adja meg az ortogonális adatokat,
- Nap felé: a műszerben rögzített a Nap látszólagos helyzete dátum és idő alapján, így ez aktuális Nap-álláshoz viszonyítva képzi a kitűzési vonalat és ehhez képest adja meg a kitűzendő pontra menő ortogonális adatokat,
- Előző szakaszhoz: a sorra tűzött pontok közül a két legutolsóra helyezi a kitűzési vonalat és így adja meg az ortogonális adatokat,
- Poláris: poláris üzemmód csak mozgás közben működik teljesen, mert csak az aktuális haladási irányhoz viszonyítva tudja megmutatni a következő ponthoz vezető irányt egy nyíl segítségével. Emellett még a távolság segít a pontos odatalálásban.
- Közeli: kitűzési módtól függetlenül beállítható egy olyan opció is, ami a pont fél méteres közelében aktiválódik, és a kijelzőn megjelenik egy a pontot ábrázoló jel egy

keretben, ami vizuálisan is mutatja a külpontosságot. Kis gyakorlattal ez az opció jelentősen felgyorsítja a kitűzési időt.

A pontos hely megtalálása után a kitűzés helyét el kell menteni, az irodai feldolgozás és a nyomkövethetőség miatt. Ez az RTK-nak köszönhetően 1-2 másodpercet vesz igénybe, majd érdemes a vevő rúdjának a hegyét a talajba nyomni, hogy a segéd ugyan oda tudja leütni a kitűzött pont karóját.

A fejezet elején említettem már, hogy az ideális csapatlétszám a három fő, így a harmadik ember folyamatosan követhet vagy törheti az utat a terepjáró segítségével. Így a karók cipelése és utántöltése sem okoz problémát, valamint a magas növények törése hatékonyabban megoldható. Az utolsó kitűzött karó fölé egy másikat tart a segéd, míg a mérnök a terepjáróhoz közelebb vonalba rakja a GNSS vevőt és a két függőleges rúd által meghatározott vonalat a sofőr a középső tükörben követve a jármű hossz tengelyét – kis hibával – a kitűzendő vonalon tudja tartani. A módszer meglepően jól működik az egyenes törést illetően, csak egy éles szemű sofőrre van szükség.

A tisztább – betárcsázott szántó, rét –területeken az előzőleg kitűzött karók látszanak kiemelés nélkül, és ezáltal a sofőr vonalban tud maradni segítség nélkül is. Ha a terepjáró platós, akkor alkalmazható a platós kitűzés is, melynek lényege az, hogy a mérnök és a segéd is a lenyitott platón ülnek és onnan tűznek ki. A műszer kiírja a távolságot a vonalon mérve a mozgó járművön, de a frissítés miatt ez egy kicsit csal, így rá kell számolni a frissítési távolságot, valamint azt a távot, amíg a terepjáró megáll. Ez a tapasztalataim szerint kb. 2,5-3 méter,



4.4.2.5. ábra Platós kitűzés (a fülkéből)

amikor a sofőrnek kell szólni, hogy megállhat. Ha jól számoltunk, akkor leszállás nélkül 30-40 cm-en belül ki tudjuk tűzni és leütni a pont karóját. Ilyen módon egy összeszokott csapattal és tiszta területtel az átlag többszörösét (250-300 db-ot) lehet kitűzni egy nap alatt.

A kitűzés során nem lehetett mindent a helyére tűzni, mert akadtak olyan akadályok, amiket ki kellett kerülni. A geofonok esetében az ilyen akadályok közé a különböző – a visszaverődést zavaró vagy visszhangzó – objektumok tartoztak, amik esetében egy védőtávolság kell tartani a jel minőségének megtartása érdekében. Tehát folyók, patakok, tavak és minden nagyobb víztömeg megzavarja a geofonok által érzékelt jeleket.

Amennyiben vibró pontokat tűzünk, ott szigorúbbak a védőtávok. A rezgéshullámok amiket a konvoj kelt, megrongálhatják az épületeket, a földalatti közmű vezetékeket, ezen belül is kiemelten kell figyelni a gázvezetékekre. Minden munkaterületen meghatározzák a helyi védőtávolságokat a talajszerkezet, a területen lévő objektumtípusok és a helyi illetékes szervezetek által adott értékek alapján. Tehát minden munkaterületen másra kell figyelni, például a közép-alföldi térségben az un kunhalmokat sem közelíthette meg a vibró csapat.

Amennyiben a GPS-es csapatok száma nem haladja meg a kettőt, úgy a korrekciók vételéhez Ntrip (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol) protokollt használnak. A rendszer lényege, az hogy a magyarországi korrekciószoftvertől (GNSSnet.hu) megvásárolt korrekciókat egy internet alapú rendszer közvetítse a GNSS vevőhöz, ami áll egy szerverből és a kontrollerbe épített NtripClient szoftverből, melyek kapcsolatát azonosító és jelszó védi. A kapcsolatot a magyarországi mobiltelefon hálózat biztosítja, így a GNSS vevőben egy GSM konzolnak is lennie kell, ami egy SIM kártya alapján csatlakozik a hálózathoz és GPRS segítségével veszi a korrekciókat. A GSM hálózat hullámain a GSM antenna tudja megfelelően venni, így a jó jelerősség érdekében azt kell használni. Az Ntrip rendszerrel működő vevők napi számlája kb. 5-6000 forint közé várható, így ha két vevőnél több működik, akkor érdemes saját bázist állítani egy őrről, ami sugározza számunkra a korrekciót.

Az erdőkkel ritkán tarkított területeken túlnyomó részben GPS-es csapatok dolgoznak, így érdemes egy saját bázist felállítani, ami tulajdonképpen egy ismert – vagy a GNSS rendszerrel statikusan meghatározott – alappont, amire egy folyamatosan érzékelő GNSS vevőt helyeznek el. A műszerhez egy saját rádió-adó tartozik, amelyik engedélyezett frekvencián a mérési adatokat sugározza néhány kilométeres körzetben. Természetesen, mint az Ntrip esetében is egy külön konzol kell a jelek vételéhez, amihez egy külön antenna tartozik. A jelek URH hullámon vannak közölve, így a műszernek is ezzel kompatibilisnek kell lennie, mivel többféle sáv létezik, és az egyes URH kommunikációs egységek csak egy hullámhosszat és a szűk tartományát képesek venni.



4.4.2.6. ábra Leica 1200-as rendszer

4.5. Pontosság, hibahatár

Amint már említettem a pontossági követelményeket minden munkánál külön határozzák meg. Ez függ a megrendelő cégtől, a felmérés jellegétől (2D, 3D, vibró vagy robbantás), a sorok közötti távolságtól, a pontközöktől és a terepi adottságoktól.

A különböző olajkutató cégek a tapasztalataik alapján tervezik meg a felméréendő területet lefedő hálót és a pontközöket. A megrendelő cég meghatározza a kívánt pontosságot, és ennek fejében kezdik megtervezni a terület felmérését. A 2D-s felmérések esetében a kapott eredmények a föld rétegződését mutató metszetek lesznek, amiket kielemezve a megrendelő cég eldöntheti, hogy szükségesnek látja-e a pontosabb és átfogóbb eredményt adó 3D-s project megrendelését. Ha az eredmények arra utalnak, hogy nincs kitermelhető mennyiségű olaj az adott területen, akkor a 3D-s felmérést egyértelműen elvetik. De ha a 2D-s mérések utalnak a szénhidrogének jelenlétére, és ezek mennyisége elegendő a felmérés és kitermelés költségeinek fedezésére, akkor a területen végrehajtják a teljes 3D-s felmérést a pontosítás érdekében. A földalatti alakzatok és anyagok határát fontos meghatározni a meddő fúrások elkerülése végett. A pontosságot a kőolajmező kiterjedése is befolyásolja, mert egy nagyobb mező esetében a megfelelő helyen megfúrva elkerülhető, hogy a szélek felé kelljen fúrni. Míg egy kisebb alakzat pontos helyzete fontos a sikeres fúrás végett.

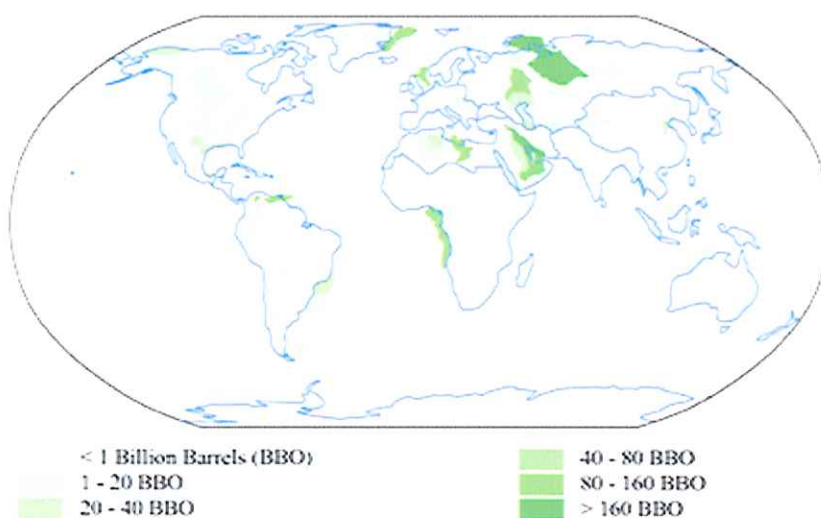
Mint már korábban említettem, egy nagyobb sorközü (350-400 méteres) 3D-s felmérés során a geofonok ritkábban fedik le a területet, így a létrejövő eredmény – az adathasáb – pontatlanabb lesz. Ilyen esetben a geodéziai kitűzés pontosságát is csökkentik, és megengedettek a 2-3 méteren belüli kihelyezések is. A geofonok lerakásánál is adódik bele néhány 10 cm, ezenképpen a geofonok tervezett és megvalósított helyzete között akár 3-3.5 méter is lehet. A rezgéshullámok visszaverődése folyamatos a kőzeteken áthaladva, csak a különböző sűrűségű anyagok által elnyelt hullámerősségből lehet következtetni az anyagára és a többi érzékelő által vett jelek összességéből a rétegek távolságaira.

A magassági meghatározás az egyik legfontosabb eleme a kitűzött karók visszamérésének. A vízszintes irányú eltérések kevésbé rontják a felvételek pontosságát, de a magassági hibák a mélység-meghatározásnál jelentkeznek. A korábbi graviméteres mérési módszereknél a műszer által érzékelt gravitációs értékek a magasság függvényében változtak, így a magassági meghatározás pontossága nagyban befolyásolta a mérési pontosságot. A kívánt hibahatár ($\pm 0,01$ mgal) betartása végett a magassági

meghatározásnak 4 cm-en belül kellett maradnia. A szeizmikus mérések esetében a mérés technika miatt ez a hibahatár kicsit bővebb, 8-10 cm.

Amennyiben a geofon vonalak közötti távolság kisebb (200-250 méter), úgy a végeredmény is egy pontosabb geológiai térképet ad. Az ilyen projektek keretén belül a geodéziának a kitűzendő pontot – amennyiben ez lehetséges – 10 cm-en belül kell kihelyezni, hogy a geofon elhelyezésekkel együtt is csak néhány deciméterrel térhessen el a tervezett és a megvalósított állapot egymástól. Egy adott területet lefedő geofonok száma minél nagyobb, annál megbízhatóbban tükrözi a talajszerkezeti és összetételi viszonyokat. Ez azt is jelenti, hogy a vonalon belül lerakott geofonok számának növelése is csökkenti a hibát. Az átlagos geofon karók közötti távolság 40 méter, de nagy terület esetében anyagi és időproblémák miatt ez az érték általában 50 méter szokott lenni. Vannak projectek, amikben a pontosság növelése érdekében a pontközöket 30 méterben állapítják meg, ilyenkor feltételezik, hogy egyes fontosabb mező csak néhány 10 méter széles.

A minél pontosabb mérési eredmények alapján megtervezhetőek az újabb kiemelő kutak helyei, száma és a tervezett kitermelhető mennyiség is. A Földön mindenféle találhatóak kisebb-nagyobb szénhidrogén-források, de ezek csak néhány helyen összpontosulnak annyira, hogy az adott régió főbb bevételi forrása lehessen.



**4.5.1. ábra A földön eddig felfedezett nagyobb szénhidrogén lelőhelyek
(az értékek milliárd hordóban értendők)**

5. Irodai munkafolyamatok

Az eddigiekben ismertettem a szénhidrogén-kutatás irodai előkészületeit, a terepi mérések menetét és módszereit. A következő fejezet tartalmazza az iroda egyéb munkálatainak leírását.

5.1. Geodéziai munka irányítása

Az iroda egy központi kapcsolódó pont, amin keresztül az összes terepi csapat egy összehangolt és szervezett munkát folytathat. A munkanap elején egy irodai eligazítás adja az aznapi feladatok fő vonalát, amitől csak probléma esetén kell eltérni, vagy az orvoslás után visszatérni. Tehát a geodéta csapatvezetők megkapják az aktuális vonalukat, amin folyamatosan haladhatnak, miközben figyelik a többi csapat hollétét az esetleges segítségkérések miatt, a nagyobb problémák leküzdésében. Az ilyen probléma például az lehet, ha egy terepjáró elakad, ha elfogynak a karók, ha lemerülnek az akkuk vagy ha esetleg plusz alappont kell egy GPS-es csapattól. Sokféle probléma adódhat, amiket meg kell oldani valahogy. Az irodában általában már idősebb, tapasztaltabb geodéták vannak, akik akár egy telefonhívás segítségével is megoldást tudnak adni.

Az iroda kapcsolatban van a kábelfektetőkkel, a vibrósokkal, a geodétákkal, – ha vannak akkor – a fúrósokkal, a tűzszerészekkel és a robbanó-anyag kutatókkal. Sokféle csapat, sokféle felszereléssel vonul ki a telephelyről, ami az esetlegesen adódó problémák megoldásában segíthet. A kábelfektetők a sok kábel és a vonalak megfelelő megközelítése miatt Unimogokkal mennek ki, ami egy igen robosztus és terepálló teherautó. A súlyosabb elakadásokhoz egy Unimogot kihívnek – az iroda közreműködésével – a mentés lebonyolítására.



5.1.1. ábra Egy elakadt L200-as

Az iroda figyeli az összes csapat mozgását és ha kell, akkor korrigál vagy átszervez a folyamatos munkamenet érdekében. Ha a geodézia túlságosan előre halad, akkor a már kitűzött karók elveszhetnek, mire odaérnek a kábelfektetők, vibrósok vagy fúrósok. Ezért az ilyen esetekben egy külön geodéta csapat csak a visszaállításokkal foglalkozik, és

folyamatosan kapcsolatban van az irodával a pótlás bejelentések miatt. A legjobb módszer, ha egy ember végigmegy a vonalon a nap végén, kb. addig, míg a következő napon elérnek, és ellenőrzi a karók meglétét. Ha talál hiányt, akkor azt jelenti a nap végén az irodában és másnap reggel a javító csapatnak összegyűjtik az aznapi pótlások helyeit és sorrendjét.

Az irodában egy hatalmas plotterképen a teljes munkaterület megtalálható, amin a nap végén a geodéta csapatok bejelölik az aznapi teljesítményt a kihelyezésekkel együtt. Így látszanak a vonalcsúszások, amik olykor nagyon megközelíthetik (maximum a sorköz fele lehet) a következő vonalat, ezért azt a vonalat is a megfelelő mértékben el kell tolni, hogy biztosítsuk a távolságot. A rajzon továbbá látszanak a vibró vonalak is, amik elméletileg merőlegesek a geofonokra, de a konvojokat inkább földutakon, vagy szilárdabb szántókon vezetik el, ezért sok eltérés van a tervhez képest. A teljes kép érdekében minden kitűzött karó jelölve van.

Ha egy adott sáv szeizmikus mérése kezd a végéhez érni, akkor a kábelfektetők is láthatják a már kihelyezett karókat és kezdenek azokon a következő sáv bekábelezését. A vibrós csapatok is – a tervtől sokszor eltérő – már megvalósított vonalat keresik és követik. Ha a munkaterület a múlt háborúinak hadianyagából valamit is tartalmazhat, akkor a robbanóanyag kutatók közvetlenül a geodéták után mennek és 3 méteres sávban megtisztítják a vonalakat a kábelfektetők, fűrészek vagy vibrók előtt. Ehhez is az iroda ad útmutatást, illetve a reggeli eligazításon közlik az ilyen eszközökre vonatkozó biztonsági előírásokat. Az előírások lényege az, hogy ha találkozunk bármilyen robbanóanyaggal (aknák, gránátok, lőszerek, bombák), akkor azt érintés nélkül kell kikerülni, illetve az irodán keresztül értesíteni a tűzszerészeket.

5.2. *Eredmények kiértékelése, összegzése*

Az irodai tevékenység nemcsak a csapatok irányításából és a terepi problémák megoldásából áll, hanem a minden nap végén beérkező eredmények feldolgozásából is.

Az irodai feldolgozás során, a különböző csapatok által ténylegesen elhelyezett karókra történő mérések értelmezése történik. A kitűzendő pontokat sokszor nem lehet helyükre rakni, így kihelyezéssel kell megoldani a problémát. A kihelyezés lehet inline, ami a vonalon belüli csúsztatást jelenti. A geofonvonalon belüli ilyen típusú mozgatók során figyelni kell arra, hogy a kábeleken fix távolságokra vannak a konnektorok (általában 60 méter), és hogy a kitűzött karótól el kell érnie a csatlakozónak a következő geofon pontig. Természetesen az oldal irányú offset kihelyezések is korlátozva vannak, de itt a távolság torzulás miatt többe enged egyszerre a kábel. Például egy 50 méteres pontközű felmérés során az inline max 10 méter lehet, ha a következő pont a helyén marad, míg az offset kihelyezés esetén kicsit több mint 30 méter a maximum. Amennyiben ez az érték nem elegendő, akkor a korábbi karókkal már el kell kezdeni a kikerülését az akadálnak. Ha az adott objektum kiterjedése akkora, hogy az egyes vonalak a kikerülés során túl közel kerülnének egymáshoz, akkor a szomszédos vonalat is ki kell helyezni a megfelelő távolsággal. (lásd: 1. számú melléklet)

Az irodai leadást követően egy – erre a célra tervezett – program segítségével vizuálisan is megjeleníthetők a tervezett és a megvalósított pontok, illetve az átláthatóság érdekében egy ortofotó is berakható a pontok alá. Ezáltal lehet látni az akadály méretét, alakját és a kikerülésének megoldásait. Persze, a kisebb akadályok esetében a geodéta megoldja a terepen, de a nagyobb, esetleg több vonalat érintő akadály esetében célszerű megtervezni a kihelyezéseket. A program a vonalbeli és vonalra merőleges eltéréseket is kiszámítja (lásd: 3. számú melléklet), illetve egy táblázatban megjeleníti ezeket. A GPS-es csapatok által mért értékek esetében a táblázat tartalmazza a pontok mentése közbeni középhibákat vízszintes, magassági, és térbeli értelemben is. A gyors munka érdekében az irodai feldolgozók egyszerre két monitoron dolgoznak, amin egyszerre teszi lehetővé a képi és táblázatos megjelenítést is.

A program elkülöníti a külön csapatok által beadott pontokat, így ha valami oknál fogva kellene egy csapat által kitűzött pontok összessége, akkor az könnyedén visszakereshető. Amennyiben az iroda több cég csapatát is irányítja, nagy segítséget nyújt a program a kifizetések, illetve teljesítmények megállapításában.

A leadandó anyagok között a picket napló is szerepel, digitális formában (lásd: 4. számú melléklet), amiket az egyes csapatoknak kell begépelniük. A picket tartalmazza a dátumot, a vonal számát és jellegét (geofon, vibró/robbantó), a pontok távolságát, a kezdés művelési alkalmazását, az egyes művelések határait (intervallumként), a vonalas objektumokat (a keskenyeket pontként, a szélesebbeket intervallumként) és a kihelyezések irányát és távolságát (+,-inline és jobb, bal offset). A különböző területeket kárpótlási szemszögből kellett feltüntetni, így a búza az álló – még le nem aratott – növényt jelentette, de ha már le lett aratva akkor az tarlónak számít. Az egyes határokat méter élességgel kellett megadni, úgy hogy a vonalban visszább lévő ponthoz képest mennyivel tér el (pl. 5417+35 - 5419+12 Rét). A kihelyezéseket is méter élességgel kellett kihelyezni a könnyebb munka érdekében. Ezt a formát csak nagyon ritkán kellett megbontani, akkor mikor már csak egy kis helyre lehetett kirakni a karót és ez nem kerek értékre esett.

A picketet a kábelfektetők is használják a különböző kábelösszekötések és áthidalók összekészítése végett. Az irodai eligazítás során kapják meg a – geodéta csapatok által már korábban leadott – naplókat az aznapi vonalukra vonatkozóan. (lásd: 4. számú melléklet)

A picket másik jelentős haszna, a kártérítések megállapításában van, mert tartalmazza a különböző területek minőségét és pontos hosszát a vonalon érve. Így elkerülhetők a jogtalanul nagy kártérítési összegigénylések.

6. Összegzés

A célom a dolgozattal az, hogy az olvasó megismerkedhessen a szénhidrogének jelentőségével, a fellelésének módjaival, eszközeivel, a geodézia szerepével a szeizmikus szénhidrogénkutatásban valamint a terepi munka menetével. A munka jellegéből és különlegességéből adódott az ötlet, hogy a főiskolás éveimet ezzel a témával zárjam. Rengeteg új ismerettel bővült a tudásom a terepi munka valamint a tanulmány elkészítése során a kőolaj fontosságáról, a GNSS technológia alkalmazásairól, a kitűzési módszerekről és a problémák megoldási lehetőségeiről. Legjobb belátásom szerint állítottam össze a témaköröket, az érdekességeket és különlegességeket.

Minden ország érdeke, hogy ismerje a rendelkezésére álló ásványi erőforrásokat a gazdasági fejlődés és tervezés érdekében. Ezért ilyen jellegű munkák egyre jobban terjednek a világban a lábunk alatt megbúvó kincsek felfedezésére, így szükségesnek láttam, hogy ezzel a témával is többet foglalkozzam. Igyekeztem a felépítésnél arra törekedni, hogy a lehető legjobban bemutathassam ezt a témát az idő függvényében a kezdetektől napjainkig. A kőolaj jelenleg a legjobb gazdasági mozgatórugó, ezért is foglalkoztam a fellelésére irányuló kutatásokkal. Remélem értékes információkkal és tapasztalatokkal láthattam el a tisztelt olvasót.

Munkámat sokak segítsége és türelme nélkül nem végezhettem volna el, így köszönet illeti konzulensemét Dr. Busics Györgyöt a Nyugat-magyarországi Egyetem, Geoinformatikai Kar, Geodézia Tanszékének vezetőjét, aki munkájával segített a megfelelő forma és tartalom elérésében.

Köszönöm továbbá:

- Lovas Sándornak, hogy megismertetett a geodézia ezen részével és a méréseket a rendelkezésemre bocsátotta,
- Szilvás Károlynak, aki az ihletet és támogatását adta, valamint
- volt munkatársaimnak, akik szintén segítettek a tapasztalatgyűjtésben

Ábrajegyzék

Sorszám	Forrás	Oldal
2.1.1. Ábra	http://www.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz0707/kissadam0707.html	4
2.1.2. Ábra	http://zoldtech.hu/cikkek/hoszivattyus_technologia2/index_html	4
2.1.3. Ábra	www.fiztan.extra.hu/konferencia/program/proc/plenaris/KissAdam.pdf	5
3.1.1. Ábra	http://ismeret.virtus.hu/?id=detailed_article&aid=61275	8
3.1.2. Ábra	http://ismeret.virtus.hu/?id=detailed_article&aid=61275	12
3.2.1. Ábra	http://www.termeszettvilaga.hu/kulonsz/k011/eotvos.html	13
3.2.2. Ábra	http://www.matud.iif.hu/98jul/mesko.html	14
3.2.3. Ábra	http://www.termeszettvilaga.hu/kulonsz/k011/eotvos.html	15
3.3.1. Ábra	http://www.ges.hu/h_news.htm	18
3.3.2. Ábra	http://www.ges.hu/h_frame.htm	20
3.3.3. Ábra	http://www.ges.hu/h_frame.htm	20
4.1.1. Ábra	Google earth kép	22
4.1.2. Ábra	Saját kép	23
4.1.3. Ábra	Google earth kép	23
4.3.1.1. Ábra	http://www.surveyequipment.com/total-stations/1200-total-stations	27
4.3.2.1. Ábra	http://www.crkennedy.com.au/v1/index.cfm?pageID=238&prodID=156&pageRef=362&	28
4.3.3.1. Ábra	http://www.geoport.hu/termek.php?id=363	30
4.3.4.1. Ábra	http://www.geodesy.hu/hu/geodesy/termekeink/nagy_stabilitasu_precizios_muszertalpak.html	30
4.3.5.1. Ábra	http://www.leica-geosystems.hu/hu/Mszerallvany-Valasztek_19145.htm	30
4.3.7.1. Ábra	http://lanchidradio.hu/boz%C3%B3tv%C3%A1lg%C3%B3val_akarta_felv%C3%A1gni_e_reit_a_salg%C3%B3tarj%C3%A1ni_gyilkos_20091215	31
4.4.1.1. Ábra	Saját kép	33
4.4.1.2. Ábra	Saját kép	34
4.4.1.3. Ábra	Saját kép	35
4.4.1.4. Ábra	Saját kép	36
4.4.2.1. Ábra	Saját kép	37
4.4.2.2. Ábra	Saját kép	38
4.4.2.3. Ábra	Saját kép	39
4.4.2.4. Ábra	http://www.surveyequipment.com/total-stations/on-board-software/tps1200-application-reference-line	39
4.4.2.5. Ábra	Saját kép	40
4.4.2.6. Ábra	http://www.gmat.unsw.edu.au/snap/work/theme1.htm	41
4.5.1. Ábra	http://aboutfacts.net/MotherEarth58.html	43
5.1.1. Ábra	Saját kép	44

7. Irodalom Jegyzék

- Dr. Busics György 2010: Geodéziai Hálózatok, Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar, Székesfehérvár
- Krauter András: Geodézia. Egyetemi jegyzet. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1995. 346 p
- http://ismeret.virtus.hu/?id=detailed_article&aid=61275
- http://www.ges.hu/h_frame.htm
- <http://www.leica-geosystems.hu/hu/>
- <http://hu.wikipedia.org>
- <http://www.termesztvilaga.hu/>
- <http://www.antalffy-tibor.hu/2010/07/07/melytengeri-olajkutatas/>
- <http://www.origo.hu/uzletinegyed/vilaggazdasag/20080418-kockazati-felar-olaj-kutatastermeles-mol-fegyveres-vedelem.html>
- <http://fold1.ftt.uni-miskolc.hu/~foldshe/telep07.htm>
- <http://www.angsterj-pecs.sulinet.hu/diak/fizika/fizika.php>
- http://www.hpgeo.hu/telekhatar_kituzes.html
- <http://www.vazrajz.hu/kituzes.html>
- <http://www.freeweb.hu/vazrajz/kituzes.html>
- http://www.geoprofitteam.hu/index.php?option=com_content&task=view&id=14&Itemid=38

8. Mellékletek

1. számú melléklet

Átnézeti térképek (részlet)

Átnézeti térkép (részlet)

EOV

M= 1:150000

Készítette: Forray Gergely
Székesfehérvár, 2011. 05. 07.

Átnézeti térkép (részlet)

EOV

M= 1:150000

Készítette: Forray Gergely
Székesfehérvár, 2011. 05. 07.



2. számú melléklet

Meghatározási vázlat
(Barlahida 3D project, minta)

Barlahida 3D project alappontok (részlet)

M= 1:100000

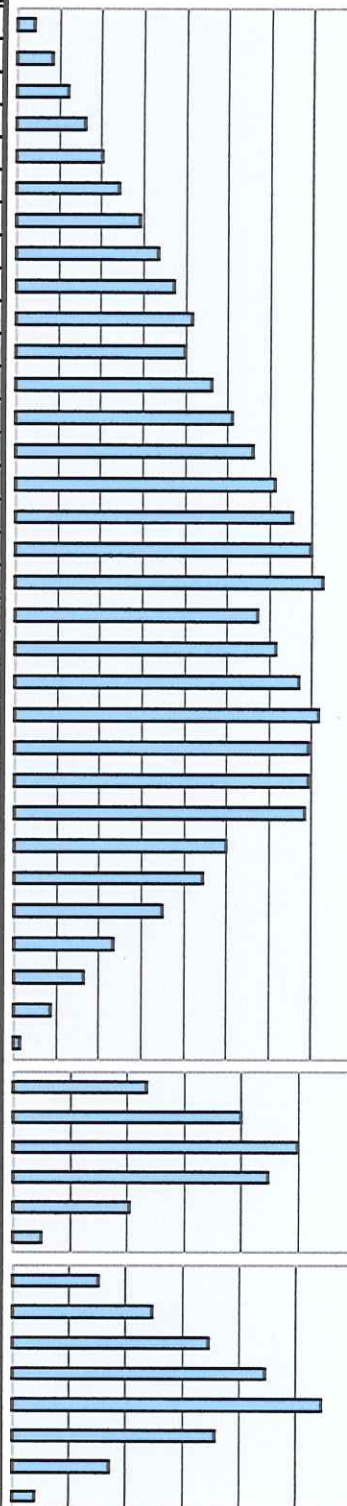


3. számú melléklet

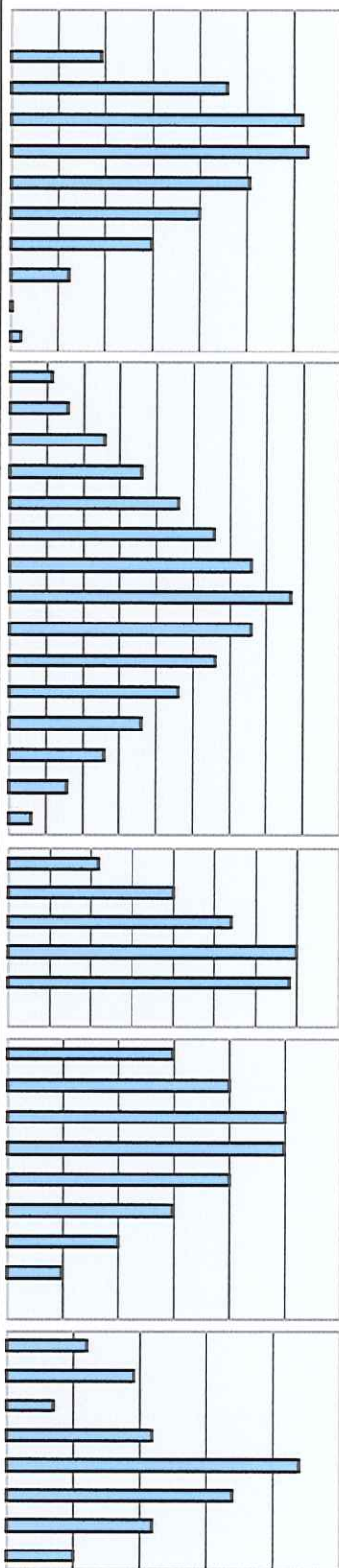
Eltérések táblázat (minta)

Offset táblázat

Pontszám	Y (kitűzött)	X (kitűzött)	Y (tervezett)	X (tervezett)	Eltérés [m]
13235213	469642.17	151061.73	469634.10	151059.90	8.27
13235214	469642.10	151102.62	469625.50	151099.00	16.99
13235215	469640.55	151143.33	469616.80	151138.00	24.34
13235216	469639.69	151184.09	469608.20	151177.10	32.26
13235217	469639.24	151224.98	469599.50	151216.10	40.72
13235218	469638.22	151265.73	469590.80	151255.20	48.58
13235219	469639.00	151306.81	469582.20	151294.30	58.16
13235220	469638.71	151347.72	469573.50	151333.30	66.79
13235221	469637.89	151388.55	469564.90	151372.40	74.76
13235222	469637.45	151429.52	469556.20	151411.40	83.25
13235223	469625.55	151467.66	469547.60	151450.50	79.82
13235224	469629.15	151509.59	469538.90	151489.50	92.46
13235225	469629.95	151550.69	469530.20	151528.60	102.17
13235226	469631.24	151591.92	469521.60	151567.60	112.30
13235227	469632.37	151633.26	469512.90	151606.70	122.39
13235228	469631.86	151674.09	469504.30	151645.70	130.68
13235229	469631.62	151715.08	469495.60	151684.80	139.35
13235230	469626.67	151761.99	469487.00	151723.80	144.80
13235231	469590.00	151787.73	469478.30	151762.90	114.43
13235232	469589.93	151828.58	469469.60	151801.90	123.25
13235233	469591.72	151870.00	469461.00	151841.00	133.90
13235234	469592.27	151911.10	469452.30	151880.00	143.38
13235235	469579.28	151949.18	469443.70	151919.10	138.88
13235236	469570.14	151988.16	469435.00	151958.10	138.44
13235237	469560.26	152026.54	469426.40	151997.20	137.04
13235238	469512.67	152066.96	469417.70	152036.20	99.83
13235239	469495.98	152094.62	469409.00	152075.30	89.10
13235240	469468.41	152129.36	469400.40	152114.30	69.66
13235241	469437.44	152163.35	469391.70	152153.40	46.81
13235242	469415.10	152199.51	469383.10	152192.40	32.78
13235243	469391.31	152235.28	469374.40	152231.50	17.33
13235244	469368.56	152271.27	469365.70	152270.50	2.96
13375266	469744.93	153256.00	469722.00	153250.90	23.49
13375267	469752.37	153298.62	469713.30	153289.90	40.03
13375268	469753.48	153339.83	469704.70	153329.00	49.97
13375269	469737.23	153385.39	469696.00	153368.00	44.75
13375270	469707.75	153407.55	469687.40	153407.10	20.35
13375271	469683.58	153447.25	469678.70	153446.20	4.99
13445222	470361.46	151589.95	470376.30	151593.20	15.19
13445223	470343.56	151626.90	470367.60	151632.30	24.64
13445224	470325.08	151663.74	470359.00	151671.30	34.75
13445225	470306.68	151700.71	470350.30	151710.40	44.68
13445226	470288.36	151737.62	470341.70	151749.40	54.63
13445227	470298.04	151780.74	470333.00	151788.50	35.81
13445228	470307.72	151823.86	470324.40	151827.50	17.07
13445229	470311.94	151865.78	470315.70	151866.60	3.85



13515215	470710.26	151380.43	470710.30	151380.50	0.08
13515216	470720.41	151423.71	470701.60	151419.50	19.28
13515217	470737.60	151468.47	470693.00	151458.60	45.68
13515218	470744.47	151511.00	470684.30	151497.60	61.64
13515219	470736.91	151550.23	470675.60	151536.70	62.79
13515220	470716.29	151586.71	470667.00	151575.70	50.50
13515221	470697.39	151623.39	470658.30	151614.80	40.02
13515222	470678.81	151660.30	470649.70	151653.80	29.83
13515223	470649.34	151702.00	470641.00	151692.90	12.34
13515224	470632.27	151731.99	470632.40	151731.90	0.16
13515225	470621.44	151770.58	470623.70	151771.00	2.30
13515248	470413.56	152666.71	470424.60	152669.20	11.32
13515249	470400.24	152704.81	470415.90	152708.20	16.02
13515250	470381.83	152741.66	470407.30	152747.30	26.09
13515251	470363.41	152778.54	470398.60	152786.30	36.04
13515252	470344.99	152815.41	470389.90	152825.40	46.01
13515253	470326.58	152852.33	470381.30	152864.40	56.04
13515254	470308.14	152889.23	470372.60	152903.50	66.02
13515255	470289.11	152925.94	470364.00	152942.50	76.70
13515256	470290.87	152967.33	470355.30	152981.60	65.99
13515257	470291.95	153008.53	470346.70	153020.60	56.06
13515258	470293.00	153049.75	470338.00	153059.70	46.09
13515259	470294.16	153090.99	470329.30	153098.70	35.98
13515260	470295.26	153132.20	470320.70	153137.80	26.05
13515261	470296.37	153173.38	470312.00	153176.80	16.00
13515262	470297.45	153214.59	470303.40	153215.90	6.09
13515459	468608.55	160911.47	468597.80	160909.10	11.01
13515460	468608.74	160952.56	468589.20	160948.20	20.02
13515461	468606.87	160993.05	468580.50	160987.20	27.01
13515462	468605.98	161033.89	468571.80	161026.30	35.01
13515463	468596.41	161072.69	468563.20	161065.30	34.02
13515464	468554.51	161104.41	468554.50	161104.40	0.01
13585192	471212.02	150549.38	471182.80	150542.90	29.93
13585193	471213.13	150590.61	471174.10	150581.90	39.99
13585194	471214.23	150631.82	471165.40	150621.00	50.01
13585195	471205.57	150670.85	471156.80	150660.00	49.96
13585196	471187.16	150707.74	471148.10	150699.10	40.00
13585197	471168.74	150744.64	471139.50	150738.10	29.96
13585198	471150.31	150781.52	471130.80	150777.20	19.98
13585199	471131.90	150818.42	471122.20	150816.20	9.95
13585200	471113.47	150855.30	471113.50	150855.30	0.03
13655266	470803.78	153490.72	470815.50	153493.30	12.00
13655267	470788.14	153528.22	470806.80	153532.40	19.12
13655268	470791.30	153569.85	470798.10	153571.40	6.97
13655269	470810.86	153615.17	470789.50	153610.50	21.86
13655270	470823.58	153658.98	470780.80	153649.50	43.82
13655271	470805.19	153695.92	470772.20	153688.60	33.79
13655272	470784.84	153732.41	470763.50	153727.60	21.88
13655273	470764.72	153768.88	470754.90	153766.70	10.06



13655297	470545.34	154703.58	470547.10	154703.90	1.79	
13655298	470553.61	154746.37	470538.40	154743.00	15.58	
13655299	470561.72	154788.20	470529.80	154782.00	32.52	
13655300	470569.42	154831.77	470521.10	154821.10	49.48	
13655301	470579.10	154874.99	470512.40	154860.10	68.34	
13655302	470565.37	154912.74	470503.80	154899.20	63.04	
13655303	470495.08	154938.20	470495.10	154938.20	0.02	
13655304	470463.30	154972.24	470486.50	154977.30	23.75	
13655305	470446.67	155009.47	470477.80	155016.30	31.87	
13655306	470441.47	155049.05	470469.20	155055.40	28.45	
13655307	470438.05	155089.52	470460.50	155094.40	22.97	
13655308	470440.41	155130.89	470451.80	155133.50	11.69	
13725392	470000.06	158474.86	469998.00	158474.40	2.11	
13725393	470000.18	158514.81	469989.30	158513.50	10.96	
13725394	470004.82	158557.87	469980.70	158552.50	24.71	
13725395	470015.08	158601.15	469972.00	158591.60	44.13	
13725396	470022.69	158643.76	469963.30	158630.60	60.83	
13725397	469973.26	158673.78	469954.70	158669.70	19.00	
13725398	469977.23	158715.72	469946.00	158708.80	31.99	
13725399	469980.42	158757.32	469937.40	158747.80	44.06	
13725400	469972.70	158796.62	469928.70	158786.90	45.06	
13725401	469916.05	158824.99	469920.00	158825.90	47.50	
13725402	469977.77	158879.67	469911.40	158865.00	67.97	
13725403	469964.64	158917.78	469902.70	158904.00	63.45	
13725404	469962.44	158958.24	469894.10	158943.10	70.00	
13725405	469949.87	158996.42	469885.40	158982.10	66.04	
13725406	469941.81	159036.66	469876.80	159021.20	66.82	
13725407	469926.36	159073.14	469868.10	159060.20	59.68	
13725408	469907.01	159110.80	469859.40	159099.30	48.98	
13725409	469888.51	159146.61	469850.80	159138.30	38.61	
13725410	469869.42	159183.52	469842.10	159177.40	28.00	
13725411	469855.99	159221.35	469833.50	159216.40	23.03	
13725412	469849.26	159260.93	469824.80	159255.50	25.06	
13725413	469840.66	159299.89	469816.20	159294.50	25.05	
13725414	469832.90	159339.20	469807.50	159333.60	26.01	
13725415	469826.10	159378.68	469798.80	159372.60	27.97	
13725416	469820.47	159418.38	469790.20	159411.70	31.00	
13725417	469813.72	159457.86	469781.50	159450.70	33.01	
13725418	469807.09	159497.35	469772.90	159489.80	35.01	
13725419	469798.41	159536.36	469764.20	159528.80	35.04	
13725420	469787.82	159575.07	469755.60	159567.90	33.01	
13725421	469778.16	159613.83	469746.90	159606.90	32.02	
13725422	469765.50	159652.06	469738.20	159646.00	27.96	
13725423	469750.16	159689.51	469729.60	159685.00	21.05	
13725424	469731.64	159726.49	469720.90	159724.10	11.00	
13725425	469725.00	159765.98	469712.30	159763.20	13.00	
13725426	469715.32	159804.79	469703.60	159802.20	12.00	
13725427	469692.00	159840.71	469695.00	159841.30	3.06	

13725526	468828.05	163705.22	468837.80	163707.40	9.99	
13725527	468819.45	163744.04	468829.20	163746.40	10.03	
13725528	468792.01	163779.17	468820.50	163785.50	29.18	
13725529	468772.95	163815.84	468811.90	163824.50	39.90	
13725530	468745.55	163850.68	468803.20	163863.60	59.08	
13725531	468716.44	163885.40	468794.60	163902.60	80.03	
13725532	468688.21	163920.04	468785.90	163941.70	100.06	
13725533	468681.30	163957.52	468777.20	163980.80	98.69	
13725534	468670.88	163998.21	468768.60	164019.80	100.08	
13725535	468660.55	164036.92	468759.90	164058.90	101.75	
13725536	468653.78	164076.25	468751.30	164097.90	99.89	
13725537	468646.87	164115.74	468742.60	164137.00	98.06	
13725538	468640.56	164155.24	468734.00	164176.00	95.72	
13725539	468629.53	164193.81	468725.30	164215.10	98.11	
13725540	468620.62	164232.85	468716.60	164254.10	98.30	
13725541	468611.91	164271.95	468708.00	164293.20	98.41	
13725542	468601.95	164310.55	468699.30	164332.20	99.73	
13725543	468592.97	164349.72	468690.70	164371.30	100.08	
13725544	468602.99	164392.69	468682.00	164410.30	80.95	
13725545	468614.88	164436.36	468673.40	164449.40	59.96	
13725546	468626.74	164479.98	468664.70	164488.40	38.88	
13725547	468636.47	164523.19	468656.00	164527.50	20.00	
13725548	468647.30	164566.54	468647.40	164566.50	0.11	
13795528	469083.06	163843.68	469093.90	163846.10	11.11	
13795529	469053.85	163878.12	469085.20	163885.10	32.12	
13795530	469028.70	163913.63	469076.60	163924.20	49.05	
13795531	468988.87	163945.79	469067.90	163963.30	80.95	
13795532	468943.05	163976.57	469059.30	164002.30	119.06	
13795533	468901.30	164008.27	469050.60	164041.40	152.93	
13795534	468876.95	164043.84	469042.00	164080.40	169.05	
13795535	468843.96	164077.48	469033.30	164119.50	193.95	
13795536	468828.51	164115.01	469024.60	164158.50	200.85	
13795537	468817.89	164153.70	469016.00	164197.60	202.92	
13795538	468803.92	164191.54	469007.30	164236.60	208.31	
13795539	468804.52	164232.71	468998.70	164275.70	198.88	
13795540	468828.95	164279.02	468990.00	164314.70	164.96	
13795541	468852.03	164325.16	468981.30	164353.80	132.40	
13795542	468857.88	164367.35	468972.70	164392.80	117.61	
13795543	468885.13	164414.40	468964.00	164431.90	80.79	
13795544	468927.77	164464.76	468955.40	164470.90	28.30	
13795545	468936.96	164507.86	468946.70	164510.00	9.97	
13795546	468939.18	164549.31	468938.10	164549.00	1.12	

4. számú melléklet

Picket napló (minta)

Picket naplók (Minta)

Line 1323 Geofon vonal

interval : 40m

Date : 2010.07.29.

5311+00 - 5315+10 Erdo
5315+10 - 5316+10 Ret
5316+15 - Muut
5316+25 - 5323 Erdo
5324+38 ...Dirt Road, Földút
5327 8 m Offset RIGHT, Kihelyezés JOBB
5327+10 - 5329+10 Erdo
5329+10 - 5334+15 Ret
5334+15 - 5341+10 Erdo
5341+10 - 5345+15 Ret
5345+15 - 5346+05 Szolo
5346+05 - 5348 Erdo
5348 - 5348+20 Maganterulet *Kaszalo*
5348+20 - 5359+20 Erdo
5359+20 - 5367+4 Ret
5367+4 - 5369+25 Fenced area, Bekerített ter.
5371+35 - 5377+30 Erdo
5377+30 - 5381+20 Ret
5381 ...03m Offset RIGHT, Kihelyezés JOBB
5382 ...02m Offset RIGHT, Kihelyezés JOBB
5381+20 - 5383+25 Erdo
5383+25 - 5384+30 Ret
5384+35 Foldut
5384+30 - 5399 Erdo
5399 - 5404 Szanto
5404 - 5410 Erdo
5407 ...01m Offset RIGHT, Kihelyezés JOBB
5410 - 5412+2 Ret
5412+2 - 5412+28 Erdo
5412+28 Arok
5412+28 - 5413+5 Muut
5413 6 m Kihelyezés JOBB
5413+5 - 5425+10 Erdo
5424+30 Vadkerites
5425+10 - 5425+30 Ret
5425+30 - 5484+30 Erdo
5434+20 Vadkerites
5473+05 - Foldut
5473+10 - 5484+30 Erdo
5484+35 Foldut
5484+35 - 5487+30 Erdo
5484 Inline-6m
5486+23 ...Dirt Road, Földút
5484+35 - 5487+30 Kert
5487+30 - 5489 Fasor
5488 Inline-17m
5488+35 Foldut
5489 - 5489+10 Fasor
5489+10 - 5490+05 Kert
5489+15 Foldut
5490+05 - 5490+10 Fasor
5490+10 - 5490+35 Kert
5490+35 - 5493 Erdo

5493 - 5496+05 Szolo
 5494 ...02m Offset LEFT, Kihelyezés BAL
 5495 ...02m Offset RIGHT, Kihelyezés JOBB
 5496 ...02m Offset LEFT, Kihelyezés BAL
 5496+05 - 5541 Erdo
 5511 ...01m Offset RIGHT, Kihelyezés JOBB
 5516 ...02m Offset RIGHT, Kihelyezés JOBB
 5520 ...03m Offset LEFT, Kihelyezés BAL
 5521 ...02m Offset LEFT, Kihelyezés BAL
 5525 ...06m Offset RIGHT, Kihelyezés JOBB
 5526 Inline+9m
 5541+05 Foldut
 5541+10 - 5548+10 Kukorica
 5548+15 - 5549 Erdo
 5549 - 5550 Kukorica
 5550 Vonal vege

Line 1337 Geofon vonal

interval : 40m

Date : 2010.07.29.

5207+38 ...Dirt Road, Földút
 5207+39 - 5227+27 Wheat field, vetés
 5227+28 ...Ditch, Árok
 5227+30 ...Blacktop Road, Műút
 5228 Inline-12m
 5227+27 - 5263+33 Tarlo
 5254+07 Foldut
 5263+33 - 5266 Ret
 5266 - 5272 Ipartelep
 5272 - 5286+22 Tarlo
 5273+23 Villanyvezetek
 5286+22 - 5363+08 Erdo
 5346 2m Offset LEFT, Kihelyezés BAL
 5349 Inline-10m
 5363+08 - 5371+20 Ret
 5371+20 - 5388+03 Erdo
 5388+03 - 5396+20 Kukorica
 5396+20 - 5400+00 Csemetes
 5400+00 - 5407+15 Erdo
 5407+15 - 5409+35 Ret
 5409+35 - 5421+37 Erdo
 5421+37 - 5422+31 Kukorica
 5423+04 Muut
 5423+22 - 5426+17 Tarlo
 5426+17 - 5435+26 Erdo
 5435+32 Foldut
 5435+34 Kerites
 5435+34 - 5437+03 Bekerített terület
 5437+03 Kerites

5437+03 - 5476 Erdo
 5476 - 5484 Belterulet
 5484 12m Offset RIGHT, Kihelyezés JOBB
 5488+35 - 5491+33 Stubble, Tarlóút
 5491+33 - 5494+36 Wheat field, vetés
 5494+36 - 5509 Stubble, Tarló
 5503 5m Offset LEFT, Kihelyezés BAL
 5504+35 Fenced area, Bekerített ter.
 5505 2m Offset LEFT, Kihelyezés BAL
 5505+5 ...Dirt Road, Földút
 5506 25m Offset LEFT, Kihelyezés BAL
 5508+39 Fenced area, Bekerített ter.
 5515+1 Fenced area, Bekerített ter.
 5516+39 Fenced area, Bekerített ter.
 5509 - 5539+04 Erdo
 5539+04 - 5540 Kaszalo
 5540 - 5548 Tarlo
 5540 32m Offset RIGHT, Kihelyezés JOBB
 5541 Inline+12m
 5548+16 Kerites
 5548+25 Foldut
 5548 - 5550 Ret
 5550 Vonal vege

Line 1379 geofon vonal
 interval : 40m
 Date : 2010.07.16.

- 5344+19 Kukorica
 5344+19 _ 5350 Erdo
 5350+05 Foldut
 5350+10 - 5352+10 Ret
 5352+10 - 5360+25 Erdo
 5360+30 Foldut
 5360+35 _ 5362+25 Erdo
 5362+30 Foldut
 5362+35 - 5370+30 Erdo
 5370+33 Foldut
 5370+30 - 5370+33 Foldut
 5370+33 - 5378+03 Kukorica
 5378+03 - 5380+32 Aratott buza
 5380+32 Foldut
 5380+32 - 5388+12 Buza
 5381 Inline +06
 5384 Inline -07
 5384 Foldut
 5388+12 - Erdo

- 5431+18 Legelo
5431+18 - 5433+05 Gzumolcsos
5431+20 Foldut
5433+05 - 5439 Erdo
5439 ...10m Offset LEFT, Kihelyezés BAL
5439 - 5443 Belterulet
5440 ...40m Offset LEFT, Kihelyezés BAL
5442 ...11m Offset LEFT, Kihelyezés BAL
5443 ...18m Offset LEFT, Kihelyezés BAL
5443 - 5454+20 Erdo
5444 ...18m Offset LEFT, Kihelyezés BAL
5445 ...10m Offset LEFT, Kihelyezés BAL
5446+21 Muut
5448+38 Foldut
5454+20 - 5456 Ret
5456 - 5457 Erdo
5457 - 5458+20 Gyumolcsos
5458 ...06m Offset RIGHT, Kihelyezés JOBB
5458+20 - 5460+19 Belterulet
5460+19 - 5461+10 Gyumolcsos
5460 ...05m Offset RIGHT, Kihelyezés JOBB
5461+10 - 5467 Erdo
5467 - 5469 Tarlo
5469 - 5478+02 Ret
5478+02 - 5479+16 Buza
5479+16 - 5480+00 Ret
5480+00 - 5480+28 Aratott buza
5480+28 - 5481+32 Buza
5481+32 - 5482+01 Ret
5482+04 - 5483+01 Buza
5483+01 - 5484+31 Ret
5484+31 - 5485+06 Lucerna
5485+06 - 5486+00 Aratott buza
5486+00 - 5486+07 Tok
5486+07 - 5486+26 Aratott buza
5486+26 - 5486+37 Buza
5486+37 - 5487+13 Szantas
5487+13 Foldut
5487+13 - 5488+10 Arpa
5488+10 - 5490+23 Temeto
5490+23 - 5498 Erdo
5498 - 5521+33 Belterulet
5521+33 - 5550 Erdo
5550 Vonal vege

5. számú melléklet

Biztonsági távolságok
(Smilno 2D project, minta)

Biztonsági távolságok
Smilno 2D Project (minta)

Létesítmény	Védőtávolság	Megjegyzés
Lakóépületek	210 m	min. 150 m távolság követelt a városvezetéstől 1 kg töltetig. Nagyobb mint 1 kg esetén a Demolex által megadott érvényes
Zborovi vár	150 m	A távolság a műemlékvédelemtől származik
Aszfalt utak	25 m	A távolság az útfelügyeletől származik
Temetők	50 m	A távolság a városvezetéstől származik
Folyók a következő szélességben: 0-2m	50 m	A távolság az energiaügyi minisztériumból származik
Folyók a következő szélességben: 2-10m	100 m	A távolság az energiaügyi minisztériumból származik
Földalatti telekommunikációs vezetékek	15 m	Demolextől származik. Az összes telekommunikációs vezeték az aszfaltutak mentén fekszik
Egyéb telekommunikációs vezetékek	50 m	Demolextől származik.
Vízvezetékek	35 m	Demolextől származik.
Vízutak (vasbeton, PVC és acélcső béléssel)	35 m	Demolextől származik.
Egyéb vizes objektumok (szökőkutak, vízutak kő vagy tégl, tűzcsapok, stb)	110 m	A bártfai körzethez lásd a Bártfa város vízügyet
Légi elektromos vezetékek (0kV - 2kV)	20 m	20 m-es távolság az elektromos szolgáltatótól, Demolextől 15 m 35 kV-ig
Légi elektromos vezetékek (2kV -)	50 m	50 m-es távolság az elektromos szolgáltatótól, Demolextől 40 m 35 kV felett
Gázvezetékek		
Gázvezetékek Nyomás 0.4 Mpa alatt	10 m	Demolextől származik.
Nyomás 0.4 Mpa - 4Mpa, Átmérő Max. 350 mm	20 m	Demolextől származik.
Nyomás 0.4 Mpa - 4Mpa, Átmérő nagyobb mint 350 mm	50 m	Demolextől származik.
Nyomás 4 Mpa felett, Átmérő Max. 150mm	50 m	Demolextől származik.
Nyomás 4 Mpa felett, Átmérő 150 - 300 mm	100 m	Demolextől származik.
Nyomás 4 Mpa felett, Átmérő 300 - 500 mm	150 m	Demolextől származik.
Nyomás 4 Mpa felett, Átmérő 500 mm felett	150 m	Demolextől származik.
Gáz mérő állomások, szűrőállomások	50 m	Demolextől származik.

6. számú melléklet

Koordináta-jegyzék
(Barlahida 3D Project (részlet))

Koordináta-jegyzék
Barlahida 3D Project (részlet)

A pont		Meghatározás		Vízszintes koordináták		Balti magasság	Jegyzet
száma	megjelölése	módja	időpontja	y	x	M	
2011. évben meghatározott alappontok							
B50050	Facövek	GNSS		470166.75	160300.82	237.255	
B50051	Facövek	GNSS		470164.76	160268.51	237.967	
B50052	Facövek	GNSS		469300.33	161705.56	240.960	
B50053	Facövek	GNSS		469613.15	161501.69	196.077	
B50054	Facövek	GNSS		469645.18	162653.57	210.237	
B50055	Facövek	GNSS		469658.49	162578.10	225.513	
B50056	Facövek	GNSS		467900.29	158828.57	238.547	
B50057	Facövek	GNSS		467959.38	158799.94	237.086	
B50058	Facövek	GNSS		468358.21	159402.85	238.874	
B50061	Facövek	GNSS		468163.18	159268.00	244.451	
B50062	Facövek	GNSS		468251.05	159886.06	214.578	
B50063	Facövek	GNSS		468202.89	159870.44	213.830	
B50064	Facövek	GNSS		468018.94	159636.98	211.258	
B50065	Facövek	GNSS		468060.43	159687.32	211.684	
B50066	Facövek	GNSS		467793.41	159362.55	207.989	
B50067	Facövek	GNSS		467829.37	159404.75	208.705	
B50068	Facövek	GNSS		468536.58	161183.61	243.155	
B50069	Facövek	GNSS		468590.86	161103.49	248.208	
B50070	Facövek	GNSS		468094.14	163181.48	255.282	
B50071	Facövek	GNSS		468111.58	163096.36	263.347	
B50072	Facövek	GNSS		467879.48	162857.04	251.355	
B50073	Facövek	GNSS		467896.45	162933.57	254.680	
B50074	Facövek	GNSS		467549.68	163053.95	230.116	
B50075	Facövek	GNSS		467534.19	163122.96	219.000	
B50076	Facövek	GNSS		467757.25	163407.15	223.886	
B50077	Facövek	GNSS		467701.54	163347.75	222.971	
B50078	Facövek	GNSS		467308.35	163147.82	218.181	
B50079	Facövek	GNSS		468563.36	158477.36	229.773	
B50080	Facövek	GNSS		468661.47	158033.58	218.156	
B50081	Facövek	GNSS		468666.20	158069.78	216.381	
B50082	Facövek	GNSS		468780.11	157291.78	196.626	
B50083	Facövek	GNSS		468827.01	157284.44	190.114	
B50084	Facövek	GNSS		468878.28	157058.04	185.295	
B50085	Facövek	GNSS		468815.12	157087.61	189.573	
B50086	Facövek	GNSS		469216.56	154233.11	235.954	
B50087	Facövek	GNSS		469159.90	154283.02	235.509	
B50088	Facövek	GNSS		469016.94	154188.35	235.876	
B50089	Facövek	GNSS		469009.57	153880.14	229.068	
B50090	Facövek	GNSS		469543.76	154053.78	229.308	
B50091	Facövek	GNSS		469461.09	154056.29	230.539	
B50092	Facövek	GNSS		469836.62	154028.02	221.294	
B50093	Facövek	GNSS		469754.86	154036.39	221.555	
B50097	Facövek	GNSS		470177.02	153786.00	210.879	

Koordináta-jegyzék
Barlahida 3D Project (részlet)

A pont		Meghatározás		Vízszintes koordináták		Balti magasság	Jegyzet
száma	megjelölése	módja	időpontja	y	x	M	
2011. évben meghatározott alappontok							
B50098	Facövek	GNSS		470206.43	153655.81	208.705	
B50100	Facövek	GNSS		468702.89	159141.04	231.204	
B50101	Facövek	GNSS		468697.66	159193.03	233.238	
B50102	Facövek	GNSS		468151.71	159040.96	242.517	
B50103	Facövek	GNSS		468117.54	159089.07	244.526	
B50110	Facövek	GNSS		468417.26	157967.67	215.219	
B50112	Facövek	GNSS		469300.82	156880.08	197.993	
B51071	Facövek	GNSS		469518.42	163224.70	195.543	
B51072	Facövek	GNSS		469524.92	163195.43	195.076	
B51073	Facövek	GNSS		469558.35	163044.73	195.072	
B51074	Facövek	GNSS		469539.25	163083.75	195.237	
B51076	Facövek	GNSS		469591.39	163025.95	195.036	
B51077	Facövek	GNSS		469811.78	161901.55	219.625	
B51078	Facövek	GNSS		469773.92	161889.70	218.733	
B51084	Facövek	GNSS		469828.00	161692.64	193.236	
B52213	Facövek	GNSS		468865.94	163972.84	209.429	
B52274	Facövek	GNSS		467625.20	160121.18	206.330	
B54251	Facövek	GNSS		468816.26	163736.86	245.496	
B54252	Facövek	GNSS		468788.08	163691.96	248.156	
B54254	Facövek	GNSS		468705.91	163899.55	210.435	
B54255	Facövek	GNSS		470125.07	164383.78	243.758	
B54256	Facövek	GNSS		470280.97	163659.43	206.435	
B55076	Facövek	GNSS		469352.74	164284.71	201.575	
B55097	Facövek	GNSS		469382.96	164764.85	207.442	
B55137	Facövek	GNSS		467674.16	161199.21	219.481	
B55152	Facövek	GNSS		467270.75	163192.14	218.489	
B59008	Facövek	GNSS		468456.37	161548.38	252.259	
B66001	Facövek	GNSS		470578.07	150700.80	169.886	
B66002	Facövek	GNSS		470627.46	150668.69	173.631	
B66003	Facövek	GNSS		470432.13	151307.88	170.007	
B66004	Facövek	GNSS		470417.46	151397.93	171.448	
ZB55242	Facövek	GNSS		468478.29	158855.39	206.777	
ZB55243	Facövek	GNSS		468507.67	158798.02	205.507	